

THESES

présentées

à la Faculté de Pharmacie de Nancy

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR EN PHARMACIE

(Doctorat d'Etat)

par

LOUIS SCHWARTZBROD

né, le 6 novembre 1935

Pharmacien

Assistant-Délégué Chef de Travaux pratiques

**1ère Thèse : CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA POLLUTION
VIRALE DES EAUX EN MEURTHE-ET-MOSELLE**

2ème Thèse : PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

1966

Président

: M. MARCHAL

Professeur

Juges

: M. SOHIER

Professeur à la Faculté mixte de
Médecine et de Pharmacie de Lyon

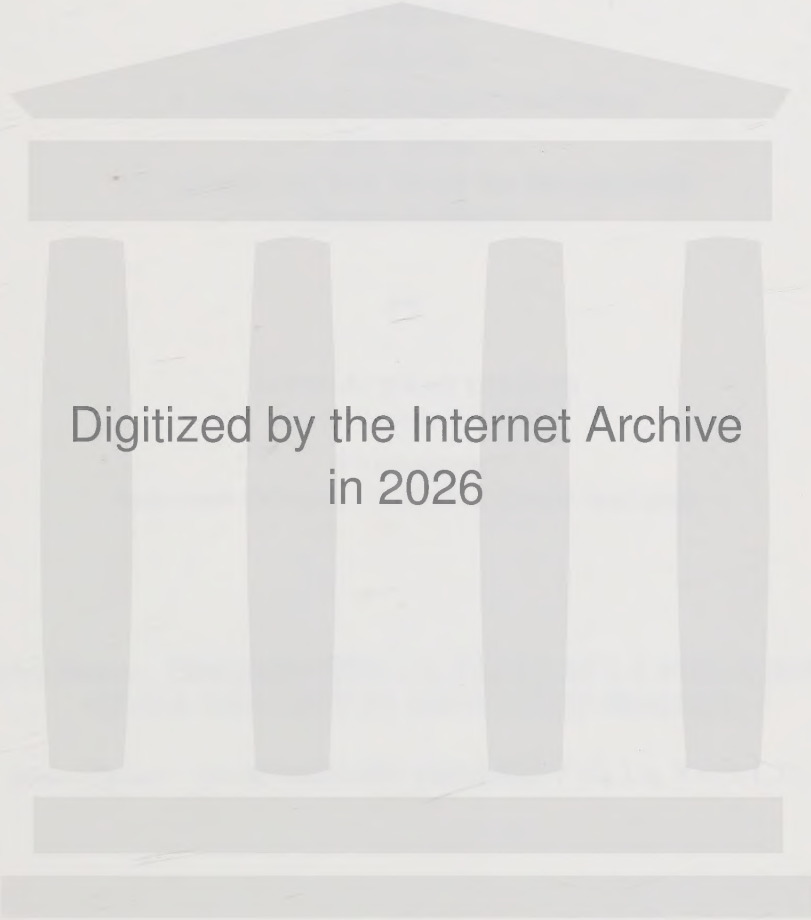
M. BENE

Professeur

Adjoint au Jury

: M. FOLIGUET

Professeur agrégé à la Faculté de
Médecine de Nancy



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555808_0020

UNIVERSITE DE NANCY

FACULTE DE PHARMACIE

THESES

présentées

à la Faculté de Pharmacie de Nancy

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR EN PHARMACIE
(Doctorat d'Etat)

par

LOUIS SCHWARTZBROD

né, le 6 novembre 1935

Pharmacien

Assistant-Délégué Chef de Travaux pratiques

1ère Thèse : CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA POLLUTION
VIRALE DES EAUX EN MEURTHE-ET-MOSELLE

2ème Thèse : PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

Président	: M. MARCHAL	Professeur
Juges	: M. SOHIER	Professeur à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon
	M. BENE	Professeur
Adjoint au Jury	: M. FOLIGUET	Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy



ADMINISTRATION

Doyen : Professeur A. Bernanose

Assesseur : Professeur A. Meunier

Secrétaire Principal : B. Seurot

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs :

M.	MEUNIER A.	Pharmacie galénique
Melle	FRANCOIS M.Th.	Matière médicale
MM.	KAYSER F.	Chimie
	FRANQUET R.	Botanique
	MARCHAL J.G.	Microbiologie
	STEIMETZ E.	Sciences naturelles
	BLOCH J.M.	Toxicologie
	SOLEIL J.	Pharmacie chimique
	BERNANOSE A.	Physique
Melle	BESSON S.	Pharmacodynamie

Professeur sans chaire

M.	BENE R.	Microbiologie
----	---------	---------------

Maîtres de conférences agrégés

MM.	MIRJOLET M.	Chimie analytique
	PIERFITTE M.	Chimie biologique
	PELT J.M.	Matière médicale

Chargés de cours complémentaires

M.	MEUNIER A.	Hydrologie - Notions de législation pharmaceutique et d'orientation professionnelle
Melle	FRANCOIS M. Th.	Hygiène
MM.	KAYSER F.	Biochimie technique
	FRANQUET R.	Cryptogamie
	MARCHAL J.G.	Parasitologie
	STEIMETZ E.	Mycologie - Minéralogie
	BLOCH J.M.	Chimie minérale
	SOLEIL J.	Chimie organique
	BERNANOSE A.	Optique et Acoustique - Physique biologique
Melle	BESSON S.	Application thérapeutique de la pharmacodynamie
MM.	BENE R.	Zoologie biologie
	LAGARDE P. (Faculté de droit)	Déontologie et législation pharmaceutique
	PIERFITTE M.	C.E.S. Chimie biologique
	PELT J.M.	Botanique générale
	BOYER P.	Notions de mathématiques appliquées aux sciences expérimentales. Physique.
	ANZIANI P.	Caractères analytiques des sels
	LOPPINET V.	Notions de chimie organique
Mme	BELLOT G.	C.E.S. pharmacotechnie chimique
M.	DIXNEUF P.	Travaux dirigés de mathématiques

Chefs de travaux

M.	ANZIANI P.	Chimie analytique qualitative
Mme	LASSEUR A.	Microbiologie - Parasitologie
Melle	GIRARD Th.	Zoologie - Biologie
MM.	SIEST G (délégué)	Chimie biologique
	AIMOND P. (délégué)	Chimie analytique quantitative
	LOPPINET V. (délégué)	Sciences pharmaceutiques
	HAYON J.C. (délégué)	Micrographie
Mme	BELLOT G. (déléguée)	C.E.S. Pharmacotechnie chimique
Melle	ROOS F. (déléguée)	Pharmacodynamie

M. SCHWARTZBROD L. (délégué) Physique

Doyens honoraires : M. RICHARD, Recteur de l'Académie de MONTPELLIER ;
M. KAYSER, Professeur à la Faculté de Pharmacie de
NANCY.

Professeur honoraire : M. CORDEBARD.

A MON PERE

Il me donne l'exemple d'une vie d'homme ; il est pour moi en plus d'un père, le meilleur des amis. Que ce travail lui soit un témoignage de ma reconnaissance infinie, de ma profonde affection et de mon admiration.

A MA MERE

Qui par son inlassable dévouement, sa sollicitude à la fois tendre et inquiète a aplani pour moi tant de difficultés. Elle possède l'art peu commun de toujours comprendre les siens et de leur rendre la vie douce et heureuse. Que cette thèse soit pour elle le gage de mon immense gratitude et de ma très grande affection.

A MES GRANDS-PARENTS

A MES SOEURS ET BEAUX-FRERES

En témoignage de mon affection.

AVANT-PROPOS

Lors de notre service militaire, nous avons eu la chance d'être affecté au laboratoire de Bactériologie de l'Hôpital Militaire Sédillot dirigé par le Médecin Lieutenant-Colonel FOLIGUET. Au cours de notre séjour, celui-ci a créé une section de Virologie et a bien voulu nous initier aux méthodes propres à cette discipline.

Grâce aux connaissances qu'il nous a inculquées et aux techniques qu'il a su nous faire acquérir, nous avons pu, sous la direction de Monsieur le Professeur BENE, installer à la Faculté de Pharmacie un bloc de Virologie.

Monsieur le Professeur agrégé FOLIGUET nous a inspiré le sujet de cette thèse et, en étroite collaboration avec Monsieur le Professeur BENE, ce travail a pu être mené à bien aux Laboratoires de Bactériologie (section Virologie) de l'Institut Régional d'Hygiène et de la Faculté de Pharmacie. Nous n'avons cependant pas pu effectuer le typage des souches de virus isolées ; cette opération a été pratiquée dans la section "Virologie" du Laboratoire National de la Santé Publique que dirige à Lyon Monsieur le Professeur SOHIER.

Monsieur le Professeur MARCHAL a bien voulu présider le jury de cette thèse. Il nous a accueilli dans son Laboratoire dès nos premières années d'études et a su nous donner le goût de la recherche. Il a corrigé notre travail et nous a fait profiter de sa très grande compétence et de ses hautes qualités scientifiques. Nous l'assurons de notre profond respect et lui témoignons toute notre gratitude.

Monsieur le Professeur SOHIER nous a toujours réservé un excellent accueil, nous prodiguant avec une extrême bienveillance ses conseils et ses encouragements. Il nous a fait le très grand honneur de venir juger notre travail. Nous tenons à lui exprimer notre bien vive reconnaissance et notre très respectueuse admiration.

Monsieur le Professeur BENE est pour nous un véritable maître toujours prêt à nous écouter avec bienveillance et à nous guider. Tout au long de ce travail il n'a cessé de nous conseiller et de nous faire profiter de sa très haute compétence microbiologique. Nous avons été séduit par son enseignement brillant, par son originale méthode de travail et par la rigueur et la précision de son jugement ; qu'il soit assuré de notre profonde reconnaissance et de notre respectueux attachement.

Monsieur le Professeur agrégé FOLIGUET nous a dirigé et aidé avec une constante sollicitude durant la réalisation de cette thèse. Ses vastes connaissances, son enthousiasme communicatif et l'ambiance sympathique qu'il sait faire régner autour de lui, nous ont grandement facilité la tâche pendant les 5 années écoulées. Nous désirons que ce travail soit le témoignage de toute notre respectueuse gratitude.

Nous ne saurions oublier nos Maîtres de la Faculté de Pharmacie qui, pendant nos études, nous ont dispensé leur enseignement et leurs conseils, et tout particulièrement Monsieur Le Doyen BERNANOSE qui depuis 2 ans nous a accueilli dans son service.

A Madame le Docteur GAUDIN qui, dans le laboratoire du Professeur SOHIER, a effectué le typage des souches de virus isolées, nous gardons une très grande reconnaissance pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportée dans l'élaboration de ce travail.

Nous tenons à remercier ici Monsieur le Professeur agrégé MARTIN qui, par sa haute compétence en matière de statistiques, nous a permis d'interpréter certains de nos résultats.

Nos remerciements iront aussi à Monsieur le Professeur SENAULT qui, pendant quelques mois, nous a permis d'utiliser les installations de l'Institut Régional d'Hygiène.

Que Madame DESSORT, Mademoiselle MERTZWEILLER, le personnel du laboratoire de Bactériologie de l'Hôpital Militaire Sédillot et de l'Institut d'Hygiène ainsi que nos camarades Pharmaciens et Médecins aspirants trouvent ici l'expression de notre très grande gratitude.

Enfin nous ne voudrions pas manquer de remercier Messieurs les Maires de Nancy, Lunéville, Toul, Baccarat et Damelevières pour leur efficace collaboration et pour toutes les facilités qu'ils nous ont procurées lors de la réalisation pratique de ce travail.

SOMMAIRE

PRELIMINAIRES

Introduction	1
Faits et problèmes liés au milieu hydrique	2
I - Les faits	2
II - Les problèmes	6
Objets et limites du travail	9

PREMIERE PARTIE Matériel et techniques

A - Modalités des prélèvements	13
I - Méthodes de prélèvement	13
II - Technique utilisée	16
III - Avantages et inconvénients de la technique utilisée	18
B - Traitement des prélèvements	21
I - Techniques de concentration	21
II - Techniques de purification	22
III - Techniques utilisées	23
C - Technique de recherche des différents microorganismes	26
I - Recherche des Salmonelles	26
II - Recherche des Bactériophages	27
III - Recherche des Entérovirus	28
I - Méthodes générales d'isolement	28
A - Systèmes cellulaires couramment utilisés	30
B - Inoculation à l'animal	31
II - Méthodes générales de détermination	32
A - Détermination des Entérovirus isolés sur cellules	32
B - Détermination des Entérovirus isolés sur souriceau nouveau-né	35
III - Techniques utilisées	38
A - Isolement sur cultures cellulaires	39
B - Isolement sur souriceau nouveau-né	42

DEUXIEME PARTIE

Localisation des points de prélèvements

I - Lieux de prélèvements dans les égouts	43
A - Prélèvements effectués pendant la première année	43
B - Prélèvements effectués pendant la deuxième année	53
II - Lieux de prélèvements dans les rivières	53
A - Prélèvements effectués pendant la première année	53
B - Prélèvements effectués pendant la deuxième année	56
III - Lieux de prélèvements d'eaux d'alimentation	58
A - Prélèvements effectués pendant la première année	59
B - Prélèvements effectués pendant la deuxième année	62

TROISIEME PARTIE

Résultats quantitatifs

I - Résultats quantitatifs des eaux d'égouts	64
A - Première année	64
1 - Prélèvements systématiques	64
2 - Prélèvements non systématiques	76
3 - Commentaires sur les résultats de la première année	76
B - Deuxième année	81
C - Comparaison entre la première et la deuxième année	81
II - Résultats quantitatifs des eaux de rivières	85
A - Première année	85
1 - Meurthe	85
2 - Moselle	93
3 - Commentaires	97
B - Deuxième année	102
C - Comparaison entre la première et la deuxième année	109
III - Résultats quantitatifs des eaux d'alimentation	111
A - Première année	111
1 - Eaux d'alimentation provenant d'eaux de surface	111
2 - Eaux de source	114
B - Deuxième année	114
IV - Commentaires généraux des résultats quantitatifs	118

QUATRIEME PARTIE
Résultats qualitatifs

I - Salmonelles	123
II - Bactériophages	125
III - Entérovirus	125
A - Répartition qualitative des souches isolées	125
B - Aspect virologique des isolements	131
C - Entérovirus et environnement hydrique	135
D - Entérovirus et secteurs névralgiques	138
E - Entérovirus et saisons	144
F - Entérovirus et épidémiologie	146
Conclusions	149
Bibliographie	152
Bibliographie citée	152
Bibliographie consultée	161

PRELIMINAIRES

INTRODUCTION

La pollution de l'eau est devenue à l'époque actuelle un problème universel extrêmement important car il conditionne en grande partie la vie de la cité. En effet, d'une part, les besoins en eau potable s'avèrent d'année en année plus élevés, tandis que, parallèlement, les ressources naturelles s'amenuisent ; d'autre part, les eaux de surface qui, par la force des choses, tendent à devenir la source principale d'eau d'alimentation, sont de plus en plus souillées et les causes de pollution ont tendance à se multiplier. Ainsi cette pollution est maintenant à la fois chimique, par le rejet de multiples déchets industriels, physique par les résidus radioactifs, enfin bactérienne. Cette souillure bactérienne, due surtout au déversement dans les rivières des eaux usées des grandes agglomérations, a toujours été très connue et combattue. Cependant elle n'est plus limitée aux bactéries fécales classiques depuis que les virus sont mieux étudiés. Ce problème des virus, en effet, a subi un regain d'intérêt à la suite de la découverte des techniques de cultures cellulaires qui permettent une recherche et un isolement relativement faciles des entérovirus. Aussi un grand nombre de chercheurs ont depuis 20 ans étudié cette question. La plus grande partie des travaux réalisés le fut par les auteurs anglo-saxons, bien que quelques études fort intéressantes aient été effectuées récemment en France.

Aussi avons nous pensé qu'il pouvait être d'un certain intérêt d'étudier, dans un cadre régional extrêmement précis, cette pollution virale, à la fois, des eaux usées, des eaux de rivières et des eaux d'alimentation.

FAITS ET PROBLEMES LIES AU MILIEU HYDRIQUE

I - Les faits

Il nous paraît important de replacer cette étude, pour en saisir le sens, dans le cadre de faits nouveaux qui se sont peu à peu dégagés et affirmés au cours de ces dernières années. Ils sont de trois ordres : virologiques, sanitaires et épidémiologiques.

A - Les faits virologiques

Dans le domaine microbiologique, si l'ère pastorienne fut dominée par les bactéries, l'époque actuelle est marquée par les problèmes virologiques.

En effet, la découverte et la mise au point des cultures cellulaires par ENDERS (23) en 1949 a permis un essor considérable de la virologie : jusqu'à cette date, les seules possibilités d'isolement d'entérovirus résidaient dans l'inoculation au singe, opération difficile et coûteuse qui ne permettait en aucun cas le travail en série. Cette découverte d'importance considérable a donc autorisé la mise sur pied de nombreuses études tant sur la nature et le nombre des virus que sur l'épidémiologie des maladies qu'ils déterminent.

Ces différents travaux ont eu pour résultat de confirmer certains faits et d'augmenter très largement l'étendue de nos connaissances en ce qui concerne le nombre, la diversité des entérovirus, leurs propriétés et en particulier leur ultrafiltrabilité et leur extrême résistance qui conditionnent tous les problèmes d'épuration.

1) Ultrafiltrabilité

Par définition, les virus entériques sont des ultragermes capables de traverser les bougies de porcelaine classiques. Leur taille oscille en effet autour de 28 millimicrons. Pour LEVADITI (51) ils apparaissent comme "les plus ténus parmi les ultravirus connus". Cette propriété va expliquer, d'une part, la faculté que peuvent présenter ces virus de filtrer à travers les plans de sédimentation (BRINGEL et ENGELHARDT (2) l'ont par exemple, démontré pour le virus S. K. Colombia que n'absorbe pas une colonne de terre de 115 cm de hauteur lavée par une quantité d'eau correspondant à environ 1/5ème de la hauteur moyenne de pluies journalières), d'autre part, leur élimination incomplète par les procédés de floculation dans les opérations de traitement d'eaux fortement polluées. Ainsi CHANG et STEVENSON et coll. (8), (9) étudiant l'emploi du coagulant pour l'épuration de la rivière Ohio, constatèrent qu'une floculation

avec le sulfate d'alumine éliminait seulement 36, 3 % des virus Cocksackie et que le "floc" remis en suspension libérait plus de 60 % des virus fixés.

2) Résistance

À côté des caractéristiques qui concourent à les classer, (résistance à l'éther et au désoxycholate de soude, stabilisation cationique à l'inactivation de la chaleur), le pouvoir défensif de ces entérovirus est dominé par leur résistance, d'une part, aux agents physiques, d'autre part, aux agents chimiques.

a) aux agents physiques

Il faut surtout insister sur leur extrême cryorésistance (8 ans à 0°) encore considérablement augmentée s'ils sont enrobés de substances protéiques ; mais aussi sur leur résistance aux radiations extrêmement variable selon la densité de matières organiques qui les environnent. Enfin, il faut signaler que les entérovirus supportent parfaitement d'importantes variations de pH, puisque celui-ci peut varier de 3 à 10 sans les détruire.

b) aux agents chimiques

En effet, s'ils sont sensibles à l'ozone, ils manifestent une certaine résistance aux détergents et aux oxydants classiques comme l'ont montré PELOUX (71) pour l'iode, LANDSTEINER et LEVADITI (48) puis PELOUX (71), en 1962, pour le permanganate de potasse. Le problème de leur sensibilité au chlore et aux agents chlorés a été étudié par un très grand nombre d'auteurs. La concentration utile pour rendre inoffensif un virus poliomyélitique a été diversement appréciée selon les auteurs et en fonction d'expérimentations très diverses (LEVADITI, KLING et LEPINE (52) en 1931, KESSEL et coll. (46) en 1943, HETTSCHKE (36) en 1953, GILCREAS et KELLY en 1955 (32), KELLY et SANDERSON (41), (42) en 1958 et WEIDENKOPF (81) en 1958). Il semble au total que les doses nécessaires, toujours importantes pour inactiver un entérovirus, dépendent de la souche envisagée, du pH, de la température, de la présence ou non de matières organiques azotées, du temps d'exposition et enfin de la concentration en chlore résiduel libre.

B - Les faits sanitaires

Avec ces faits, on aborde tout le problème de l'eau, problème majeur et d'importance primordiale pour la vie de la cité moderne. Au cours des dernières décades, les besoins en eau se sont considérablement accrus tandis que les ressources naturelles n'ont pas augmenté. Avant l'ère industrielle, les eaux souterraines suffisaient, à quelques exceptions près, aux divers besoins de l'homme ; leur épuration était pratiquement assurée par le jeu de la filtration sur les couches géologiques et grâce à l'action des germes nitrifiants qui privaient les espèces pathogènes d'un milieu favorable à leur multiplication. De nos jours, les développements techniques, l'élévation du niveau de vie, et les concentrations de population urbaine en zones à forte densité, obligent à recourir, pour

l'alimentation en eau potable, aux eaux de surface corrigées. Or celles-ci sont de plus en plus polluées par les résidus de l'activité humaine, individuelle autant que collective, domestique aussi bien qu'industrielle. Ces résidus que constituent en définitif les eaux usées, sont en effet rejetés, après un assainissement généralement fort incomplet sinon inexistant, dans le milieu extérieur que constituent les rivières. On peut d'ailleurs écrire que l'eau de certaines rivières est devenue de l'eau d'égout diluée. Par ailleurs, la nécessité d'une rotation accélérée de l'eau disponible entraîne une réutilisation presque immédiate des eaux superficielles. Ainsi va se constituer un cycle extrêmement court entre 3 éléments :

- **les égouts**, source originelle d'une pollution fécale importante et dont le débit d'évacuation dans les eaux de surface reste très élevé. Ils provoquent, en l'absence de toute mesure préventive d'épuration une contamination certaine en aval de leur déversement.

- **les rivières**, dont le potentiel d'épuration naturelle est ainsi considérablement diminué. Elles offrent aux germes des possibilités de survie et peuvent éventuellement souiller une eau réputée potable.

- **les eaux d'alimentation**, trop tôt récupérées à partir des eaux superficielles dont la concentration en microorganismes pathogènes encore trop élevée, rend plus difficile l'assainissement.

Au problème quantitatif qui vient d'être évoqué s'ajoute un problème qualitatif. La pollution, en effet, n'est pas unique, elle est à la fois chimique et bactérienne.

La pollution chimique s'effectue soit par hydrocarbures, par détergents, par pesticides ou par tout autre produit toxique. Ce type de pollution est particulièrement important car il peut avoir de grandes répercussions sur la qualité tant physique que chimique et bactériologique des eaux. Alors qu'autrefois l'auto-épuration naturelle jouait un rôle prépondérant dans l'équilibre du milieu récepteur, aujourd'hui, ce rôle est généralement compromis par la présence de produits nocifs ou toxiques.

La pollution bactérienne peut être subdivisée en deux parties : d'une part, la pollution bactérienne par les différents germes fécaux, classique et très étudiée, d'autre part, la pollution virale qui a pris ces dernières années une importance grandissante. Cette importance est due en grande partie au fait que nos connaissances concernant les entérovirus ont considérablement augmenté, et que leur isolement est devenu relativement facile. La preuve de l'existence de ces virus dans les égouts et les rivières a été apportée par de nombreux auteurs dont PAUL, TRASK et CULOTTA (69) pour un virus poliomyélitique (dans un

village du Connecticut), puis PAUL, TRASK et GARD (70), KLING (47) en Suède, GEAR (28) en Afrique du Sud, CLARK et coll. (10) à Toronto et MEL-NICK et coll. (60) aux U. S. A. pour le virus Coxsackie. A Albany, KELLY (43) trouve 21 % de prélèvements positifs pour les poliovirus, 42 % pour les Coxsackie et 13 % pour les deux groupes à la fois. En France, les enquêtes de COIN et HANNOUN (14) en eaux de rivières montrent un taux de positivité de 16, 1 % pour les échantillonnages effectués systématiquement de 1959 à 1962, et de 20 % en amont et en aval d'une agglomération pour 1961 seulement. SAMAILLE et LECLERC (75) à Lille trouvent 12 poliovirus sur 25 prélèvements d'eaux d'égouts (48 % de positifs).

En ce qui concerne les eaux d'alimentation, différents entérovirus ont pu être isolés par LITTLE (54), en 1953, au Canada à Edmonton et par COIN (13) dans certaines grandes villes de France.

Devant de telles constatations, il faut se demander si les critères de potabilité actuellement appliqués sont pleinement valables. Si ceux-ci se sont avérés excellents pour les bactéries, on peut, lorsqu'on connaît l'extrême petitesse et la très grande résistance des entérovirus, douter de leur efficacité et penser que l'absence de bactéries classiques est devenue un critère de potabilité extrêmement insuffisant.

Cette question est importante car la pollution virale des eaux ira croissant aussi longtemps que s'accroîtront les déversements indiscriminés des eaux d'égouts dans les eaux superficielles et l'utilisation de ces eaux de surface polluées pour les besoins en eau d'alimentation de l'homme. Cette dernière notion semble d'ailleurs confirmée par les faits épidémiologiques.

C - Les faits épidémiologiques

Depuis l'avènement de l'ère pastorienne, il est incontestable que l'épidémiologie des maladies infectieuses à transmission hydrique a subi une évolution remarquable. Les principales maladies bactériennes, où l'eau joue un rôle dans la transmission, n'ont plus qu'une incidence minime dans la pathologie infectieuse des pays où le niveau de vie et l'hygiène sont suffisamment développés. Sous l'action conjuguée des mesures d'assainissement et de médecine préventive, elles ont perdu peu à peu leur caractère épidémique. Elles n'ont pas disparu pour autant car leur danger subsiste sous le masque d'une endémie latente. L'épidémiologie des maladies à transmission hydrique s'est renouvelée par l'incidence de plus en plus grande des infections à entérovirus. La poliomyélite représente, à côté des maladies à virus Coxsackie et à virus ECHO, le chef de file incontestable et incontesté de ces infections d'origine virale. Ce fait épidémiologique se double de la confirmation d'une transmission hydrique des virus responsables.

En effet, si on prend l'exemple de la poliomyélite, il est maintenant admis que le mode de contagion utilise 2 voies principales :

- l'une directe manuportée et rhinopharyngée démontrée à la fois expérimentalement et épidémiologiquement (MELNOTTE (64)). Cette voie pourrait être responsable de bouffées épidémiques explosives dans une collectivité.

- l'autre indirecte empruntant la voie digestive puis les véhicules de virus dont l'eau, souillée par des matières fécales, représente l'élément de base le plus important et le plus durable. Il s'agit là d'une contamination endémique à l'origine de cas sporadiques à partir desquels peut toujours se déclencher l'épidémisation.

Cette hypothèse émise par SAWYER (76) en 1915 a été confirmée par KLING (47) en 1928. Certaines publications ultérieures font bien apparaître le lien étroit existant entre pollution fécale des eaux et poliomyélite.

Ainsi, à Edmonton (1953), LITTLE (54) retrouve l'origine d'une épidémie dans les eaux d'alimentation fournies par la rivière Saskatchewan. Celles-ci étaient épurées comme à l'ordinaire avant leur consommation, mais le collecteur des égouts de Devon, ville située en amont et dans laquelle sévissait l'infection, avait, à ce moment, une chloration défectueuse, expliquant la transmission du même type de virus par la rivière.

COIN (12), au cours d'une étude détaillée portant sur la répartition de cas de poliomyélite survenue en janvier 1947 et décembre 1953 dans la région parisienne, a montré une nette concordance entre la courbe épidémiologique générale et la répartition de la maladie dans les quartiers alimentés en eau de surface filtrée ; cette correspondance n'existait jamais dans les secteurs bénéficiant d'eau de source.

Enfin l'épidémiologie s'est renouvelée sur un plan très particulier ; celui des vaccins poliomyélitiques atténués. L'élimination fécale de virus vivants d'origine vaccinale est certes maintenant prouvée, mais il faut reconnaître que leur devenir dans le milieu extérieur reste mal précisé, en particulier sur le plan de leur virulence atténuée.

II - Les problèmes

À la lumière des différents faits qui viennent d'être exposés, un certain nombre de problèmes se posent ou se poseront au virologiste, au technicien sanitaire, à l'épidémiologiste enfin.

1) Problèmes posés au virologiste

Celui-ci devra essayer de mettre au point des méthodes permettant d'effectuer la numération des particules virales présentes dans les différentes eaux polluées, afin de situer plus exactement leur degré de pollution. De plus, dans un délai plus ou moins rapproché, il lui faudra, en présence d'un poliovirus, savoir s'il s'agit d'un virus "sauvage" hautement pathogène ou bien d'une souche vaccinale. Certes il existe déjà des techniques de marquage qui peuvent être mises en œuvre, mais, en dernier ressort, c'est le test de la neuropathogénicité sur le singe qui devra être utilisé pour confirmer ou infirmer cette virulence. Enfin, le virologiste devra s'attacher à l'étude des facteurs pouvant modifier la résistance des entérovirus, en pensant à la question épineuse de la stérilisation de l'eau d'alimentation.

2) Problèmes posés au technicien sanitaire

Il ne paraît plus possible, à l'heure actuelle, de se contenter des normes admises jusqu'à présent pour juger de l'efficacité d'un traitement soit d'eaux usées, soit d'eaux d'alimentation. Il ne faut plus raisonner en bactériologiste, mais en virologiste. Etant donné la résistance des virus, il paraît évident que toute méthode détruisant les virus sera efficace pour les bactéries alors que l'inverse n'est plus vrai aujourd'hui. Il convient donc que soient repensées :

- la neutralisation des virus dans les effluents, en particulier les effluents hospitaliers des services de contagieux ou de tout établissement où sont traitées des affections d'origine entérovirale, avant leur rejet dans le milieu extérieur.

- l'évaluation de la portée des traitements classiques de désinfection des eaux sur la contamination d'origine virale et la nature des remèdes qu'il convient de leur apporter.

Dans les deux cas, intervient la pollution chimique, et c'est en fonction de la nature de cette pollution que doivent être étudiés ces différents problèmes.

3) Problèmes posés à l'épidémiologiste

La mise en œuvre d'une vaccination dirigée contre les virus poliomyélictiques va, sans nul doute, donner un regain d'actualité, dans un avenir plus ou moins proche, à l'épidémiologie des autres entérovirus. La limitation, sinon la suppression des uns, ne fera pas disparaître pour autant le danger potentiel des autres. C'est un point que l'épidémiologiste devra avoir toujours présent à l'esprit dans sa lutte permanente contre la pollution fécale des eaux.

La concentration virale d'une eau polluée, de plus, n'est pas pour lui un facteur sans importance. Il y a, en effet, des incidences épidémiologiques qu'il ne peut mésestimer ; l'absorption d'une eau polluée, contenant par unité de volume une seule particule virale sera peut être avantageuse pour l'individu par son effet immunisant, alors qu'elle lui sera certainement néfaste, avec des risques accrus de provoquer la maladie, si sa teneur en particules virales est élevée.

OBJETS ET LIMITES DU TRAVAIL

Un programme complet d'étude de la pollution hydrique et de son incidence tant épidémiologique que biologique et sanitaire devrait, nous semble-t-il, comporter 3 grandes phases successives.

Un premier temps devrait tendre à montrer, par des recherches systématiques, dans quelles mesures le rejet sans traitement préalable des eaux usées dans le milieu naturel que constituent les rivières, peut entraîner leur pollution. Il pourrait, en particulier, mettre l'accent sur le danger que peut représenter l'eau de ces rivières, même traitée, dans la transmission directe ou indirecte à la collectivité humaine de certains organismes pathogènes.

Une deuxième phase aurait pour but, en superposant les résultats de telles investigations à l'épidémiologie humaine en matière d'infection à entérovirus, de définir les rapports qui peuvent exister entre la présence de virus dans les eaux et leur infectiosité, origine possible d'une épidémisation.

Enfin, la dernière partie devrait être consacrée aux interférences que peut présenter la pollution chimique avec la pollution virale et d'envisager sous l'optique virologique, les modifications éventuelles à apporter au traitement des eaux résiduaires comme à celui des eaux d'alimentation pour en supprimer radicalement le danger viral, tout en leur conservant leurs normes de potabilité.

Dans le présent travail nous nous sommes proposé d'aborder le premier aspect de cette étude générale dans le cadre particulier du département de Meurthe-et-Moselle. C'est ainsi qu'il nous a semblé intéressant de comparer la pollution bactérienne stricte et classiquement connue avec la pollution virale dans une chaîne de diffusion représentée respectivement par les égouts, puis les rivières et enfin les eaux d'alimentation.

Les variations saisonnières étant, d'une manière générale, susceptibles d'influencer les phénomènes biologiques, il nous a semblé utile de suivre l'évolution de la pollution en fonction des saisons. Nous avons ainsi pu rapporter les résultats pour deux années consécutives.

Les techniques de traitement des eaux d'alimentation issues de rivières étant diverses, notre schéma de travail a été élaboré de façon à obtenir une comparaison de l'efficacité de ces divers procédés.

Les microorganismes que nous avons systématiquement recherchés sont

les salmonelles, les bactériophages (Coli, Shigella, Typhi) et les entérovirus (virus poliomyélitique, Coxsackie et ECHO). Ce choix a été guidé par un certain nombre de considérations dont les principales sont les suivantes.

Les salmonelles ont été recherchées parce qu'elles représentent le type même de bactéries responsables de maladies épidémiques d'origine hydrique.

Nous avons retenu les phages Coli, Shigella et Typhi parce qu'ils ont l'avantage de constituer un système intermédiaire entre les bactéries, dont ils témoignent de l'existence antérieure, et les virus à la famille desquels ils appartiennent. Ils permettent donc d'effectuer l'étude comparative de ces deux classes de microorganismes.

La mise en évidence des entérovirus dont l'origine fécale ne fait pas de doute, a été entreprise car ils sont susceptibles d'être véhiculés par le milieu hydrique et ainsi d'être un élément potentiel de point de départ d'une épidémie. Certains entérovirus, parmi les 62 types actuellement connus, tendent, en effet et de plus en plus, à jouer un rôle important en pathologie humaine.

Nous n'avons pas prévu l'étude et la recherche d'autres germes d'origine fécale, bien qu'il eût pu être intéressant de rechercher d'une façon systématique dans les échantillons d'eau analysés les différents germes tests de contamination fécale qui servent à la détermination classique de la potabilité d'une eau d'alimentation (5). Rappelons que la potabilité bactériologique d'une eau est établie après une numération de germes totaux et la caractérisation des germes tests que sont E. coli, les coliformes, les streptocoques fécaux et *Clostridium perfringens*.

Cependant si ces techniques courantes sont parfaitement adaptées à l'analyse bactériologique des eaux de boisson, elles peuvent difficilement être appliquées à l'étude des eaux de rivières et, à fortiori, de celles d'égouts qui présentent des taux de pollution extrêmement élevés en ce qui concerne les germes tels que les coliformes ou les streptocoques fécaux notamment.

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, ces recherches furent menées sur le double plan qualitatif et quantitatif dans l'espace et dans le temps afin d'essayer de définir l'existence de ces organismes dans les eaux d'égouts, les eaux superficielles et les eaux d'alimentation, la permanence de cette présence, les variations saisonnières éventuelles et, plus particulièrement pour les entérovirus, le dénombrement des types, leur fréquence et leur répartition.

Géographiquement nous nous sommes limité au sud du département de Meurthe-et-Moselle, car cette zone de prospection présente un indéniable intérêt tant sur le plan hydrographique que sur le plan épidémiologique. En effet, la

majeure partie de la vie socio-économique de cette région est située sur deux cours d'eau, la Meurthe et la Moselle, qui arrosent de gros centres urbains. Ce dernier fait n'est pas sans importance compte tenu de la quantité et de la qualité des effluents qui peuvent être déversés dans ces rivières.

De plus, lors de l'épidémie de poliomyélite de 1957 relatée dans la thèse de J.P. MELNOTTE (63), les principaux cas se localisèrent dans ces mêmes vallées avec, à une exception près, une sorte de prédominance là où la population était la plus dense.

A partir de ces différentes données nous avons choisi d'effectuer des recherches sur les eaux de rivières ainsi que sur les eaux d'égouts au niveau des villes de Baccarat, Lunéville, Blainville, Damelevières et Nancy sur le cours de la Meurthe, et de Toul sur le cours de la Moselle. Aucune de ces villes ne possédant de station d'épuration des eaux usées, les rivières se trouvent donc soumises en permanence à une pollution constante.

En ce qui concerne les eaux d'alimentation, nos investigations ont porté uniquement sur celles de Nancy et de Lunéville. Nancy, en effet, prélève l'eau brute de base dans la Moselle et après préfiltration dans une galerie filtrante, l'épure par un traitement combiné de floculation, filtration et ozonisation. Lunéville, au contraire, traite l'eau de la Meurthe par filtration et chloration.

Dans le temps, cette enquête fut effectuée pendant deux périodes bien distinctes.

Au cours d'une première année (1961-1962) nous avons réalisé une étude globale des conditions de pollution des différents systèmes étudiés. Des prélèvements furent donc pratiqués tous les mois dans les égouts, les rivières et les usines de traitement des eaux d'alimentation des différentes localités choisies. A partir des données générales obtenues sur l'ensemble du problème nous avons, dans une deuxième année, envisagé certains points particuliers.

Durant cette deuxième période, (1962-1963), nous avons surtout voulu étudier la pollution des rivières et nous avons ainsi essayé d'évaluer de manière précise la contamination tant virale que bactérienne. Ces recherches ont été limitées à deux secteurs précis du cours de la Meurthe, le premier situé en aval de Lunéville, le second en aval de Nancy. Les prélèvements ont été effectués en nombre relativement élevé tous les mois.

Le deuxième centre d'intérêt se situe au niveau du réseau d'égouts de la ville de Toul qui a la particularité d'être en partie à ciel ouvert ; nous avons voulu y comparer les deux systèmes en présence.

Enfin nous avons continué les investigations entreprises lors de la première période dans l'eau d'alimentation de Lunéville.

En résumé, l'exposé de notre travail est schématiquement divisé en trois parties essentielles :

Après avoir exposé les différentes techniques utilisables et détaillé celles que nous avons employées, puis situé les points de prélèvements retenus, nous rapportons dans une deuxième partie les résultats. Ceux-ci seront exposés selon deux modes : l'un concernant exclusivement les résultats des prélèvements positifs sans préjuger de la qualité de chaque germe isolé ; l'autre sur un plan strictement qualitatif n'intéressant que le détail des groupes et des types de microorganismes isolés. Enfin, nous résumons nos observations et nous dégageons les conclusions qui découlent de ce travail ainsi que les quelques hypothèses qui doivent permettre une orientation plus précise des phases ultérieures du programme d'ensemble évoqué en début de ce chapitre.

PREMIERE PARTIE

MATERIEL ET TECHNIQUES

A - MODALITES DES PRELEVEMENTS

Pour mettre en évidence les organismes recherchés (salmonelles, bactériophages, et entérovirus), différentes méthodes de prélèvements étaient à notre disposition. Dans un premier temps sera exposé un certain nombre de techniques préconisées par différents auteurs qui se sont penchés sur ce problème. Dans une deuxième partie seront donnés les détails de la technique et du protocole utilisés lors de ce travail.

I - Méthodes de prélèvement

Les techniques de prélèvement d'eau ont considérablement évolué au cours des dernières années. Conçues au début uniquement pour la recherche de germes très nombreux dans les eaux, elles devinrent de plus en plus sensibles et efficaces. C'est ainsi qu'après le prélèvement simple, s'est développée la méthode des gazes et que récemment une technique d'adsorption directe sur résine extrêmement précise a été mise au point.

1) Le prélèvement simple

Il correspond au prélèvement à un temps donné d'un échantillon d'eau de volume variable. Cette technique qui est aussi appelée "échantillonnage-minute" consiste à prélever, grâce à une bouteille stérile, une certaine quantité de l'eau à analyser.

Elle est particulièrement simple et facile à mettre en œuvre, cependant elle présente les inconvénients majeurs, d'une part, de définir la qualité de l'eau uniquement à l'instant du prélèvement, d'autre part, de ne s'adresser qu'à un volume relativement faible et donc de limiter les chances d'isolement dans une eau peu polluée. Ces faits extrêmement préjudiciables pour la recherche des bactéries le sont encore plus dans celles des entérovirus dont la densité dans l'eau est généralement très faible.

2) Prélèvement par la méthode des gazes

Cette méthode mise au point par les anglo-saxons représente un progrès considérable par rapport à la précédente. Elle groupe, d'ailleurs sous le même vocable général, 2 variantes qui vont être exposées ci-dessous : d'abord la

technique originale des "gazes flottées" puis une technique modifiée et améliorée dite des "gazes forcées".

a) Gazes flottées

En 1948, l'anglais MOORE (66), (67) montrait que, pour la recherche des salmonelles dans les eaux, il était possible d'obtenir un échantillon plus riche en bactéries en utilisant cette méthode. Elle consiste à introduire dans le courant d'eau à analyser des morceaux de gaze hydrophile. Après un certain temps de contact, la gaze est exprimée et le liquide d'expression constitue un échantillon qui est notablement enrichi. Pendant l'immersion, en effet, la gaze retient des particules de matières organiques, de boue et en même temps les bactéries. Le phénomène est identique en ce qui concerne les entérovirus qui sont fixés sur la gaze et se retrouvent dans le liquide d'expression. Préconisée ensuite en 1951 par MAC CALLUM (57) dans les études sur les virus poliomyélitiques, cette technique a été encore utilisée avec succès et sur une grande échelle dans des recherches sur l'épidémiologie des maladies à entérovirus. Ainsi aux Etats-Unis, KELLY (44) et KELLY et coll. (43) ont montré l'efficacité de cette méthode, non seulement pour la recherche de bactéries telles que le bacille tuberculeux ou le bacille typhique, mais aussi pour la mise en évidence des entérovirus dans les eaux usées.

Lors d'une étude effectuée dans les égouts de la région d'Albany, afin de détecter les virus Cocksackie, KELLY (43) a comparé les échantillons obtenus à partir des gazes flottées et ceux provenant de prélèvements simples effectués au début et à la fin de la période d'exposition des gazes. Il a pu constater que, fréquemment, les échantillons provenant des gazes permettaient l'isolement d'entérovirus alors que les "échantillons-minute" se révélaient stériles.

De son côté, MELNICK (61), étudiant la distribution saisonnière des virus Cocksackie dans les eaux usées urbaines, a utilisé simultanément les 2 méthodes. Il a constaté que l'échantillonnage-minute permettait de déceler des virus dans 44 à 50 % des cas, alors que le pourcentage de positivité variait de 85 à 100 % lorsqu'il utilisait la méthode de MOORE.

Cette technique présente de sérieux avantages puisqu'elle permet d'obtenir un prélèvement qui, non seulement est riche en germes, mais encore représente la pollution d'une fraction de la rivière pendant un temps assez long qui varie de 24 heures à 48 heures. Cependant elle a l'inconvénient de ne pas permettre l'évaluation précise de la quantité d'eau passée sur le tampon de gaze. Ce point important a d'ailleurs été étudié par HANNOUN (35) qui estime que le facteur d'enrichissement est de l'ordre de 1 000 à 100 000. De plus, cette méthode n'est applicable que pour les eaux courantes ; aussi a-t-il fallu concevoir un certain nombre de modifications qui ont donné naissance à la technique des

gazes forcées mise au point par COIN (12), au laboratoire d'hygiène de la ville de Paris.

b) Gazes forcées

Comme l'indique le schéma n° 1 le tampon de gaze est, dans ce cas, placé dans une éprouvette en plastique dans laquelle circule, sous une certaine pression, l'eau à analyser. La gaze sert alors de filtre sur lequel les diverses particules en suspension viennent se fixer. Dans de telles conditions, le volume d'eau filtrée est très facilement connu grâce à un compteur placé à l'entrée de l'éprouvette.

Cette méthode permet la comparaison de différents prélèvements, puisque ceux-ci peuvent être effectués exactement dans les mêmes conditions, et rend possible l'expression quantitative des résultats. De plus, elle a le très grand avantage de faciliter la recherche des organismes pathogènes dans l'eau d'alimentation en branchant l'éprouvette sur un robinet et en laissant débiter un certain temps pour obtenir un échantillon qui donnera un reflet exact de la pollution ou de la non-pollution de l'eau étudiée.

Il faut cependant remarquer que cette technique n'est pas applicable partout ; l'eau doit, en effet, être apportée à l'éprouvette sous une certaine pression et ceci nécessite, du moins lorsqu'il s'agit d'étudier les eaux de rivières, l'implantation de stations de pompage fixes.

En résumé, on peut considérer que cette variante que constitue la gaze forcée, a des avantages réels et qu'elle tendra à prendre une certaine extension, tout au moins dans des secteurs particuliers comme l'analyse des eaux d'alimentation.

3) Adsorption directe sur colonne de résine

Mise au point récemment, (56) et rapportée par CLARKE et coll. (11), cette technique consiste à faire passer l'eau à analyser directement à travers des colonnes de résines échangeuses d'ions sur lesquelles les particules virales s'adsorberont. Cette méthode a l'avantage d'effectuer, en une seule opération, un enrichissement et une concentration des particules virales ; elle permet l'obtention de résultats quantitatifs, étant donné que le volume d'eau analysé peut être facilement mesuré ; enfin elle paraît être encore plus sensible que la technique des gazes. Elle est cependant encore trop récente pour que l'on puisse la juger valablement.

Lors de notre travail, les techniques de "l'échantillonnage-minute" et de l'adsorption directe sur résine ont été écartées. La première, en effet, n'est pas suffisamment sensible pour permettre de mener à bien le travail entrepris,

la seconde est encore trop récente pour que l'on puisse la juger. Restaient alors les différentes techniques des gazes : soit les gazes flottées, soit les gazes forcées. La méthode choisie est basée sur le principe des gazes flottées ; en effet, seule cette technique permet matériellement d'effectuer des prélèvements en des lieux aussi variés et différents que ceux préalablement déterminés.

II - Technique utilisée

Les détails pratiques du protocole de prélèvement employé en fonction des différents cas s'établissent comme ci-dessous :

a) Fabrication des tampons (schéma n° 2)

3 m² de gaze sont pliés sur eux-mêmes de façon à obtenir finalement un rectangle A. B. C. D. de 100 sur 30 cm. Sur toute la longueur D. C., on découpe des bandes de 3 à 4 cm de large jusqu'à 5 cm de la ligne A. B. et on noue au niveau de la limite supérieure des bandes afin d'obtenir une sorte de poupée (nouet). La cordelette utilisée lors de cette opération est laissée suffisamment longue pour qu'elle puisse servir à la fixation ultérieure du système. Le tampon ainsi confectionné, on doit, pour le rendre apte à jouer un rôle, séparer une à une les petites bandes de gaze, ce qui augmente considérablement son volume et surtout la surface de gaze en contact avec l'eau. Le tampon est ensuite emballé dans du papier et stérilisé à l'autoclave 20 minutes à 120°. Il est ainsi prêt à être posé.

b) Méthode de pose des tampons

Le mode d'utilisation pratiqué fut quelque peu différent selon les lieux où les prélèvements étaient effectués. C'est ainsi que l'on peut noter un protocole différent selon que nous avons travaillé en égouts, en rivières ou dans les usines de traitements des eaux d'alimentation.

1) Prélèvements en égouts

Les tampons ont été fixés, par l'intermédiaire de la cordelette, à des crochets en fer préalablement scellés dans les parois latérales des galeries d'égouts (schéma n° 3), de telle sorte qu'ils soient maintenus constamment immergés dans le flot des eaux usées. Il faut noter à ce sujet que, dans tous les cas, nous avons rencontré une aide appréciable auprès des services techniques des diverses municipalités intéressées.

Dans toutes les localités envisagées, des tampons ont été ainsi posés en différents endroits du réseau d'égouts, endroits qui seront détaillés dans le chapitre ayant trait à la localisation des points de prélèvements.

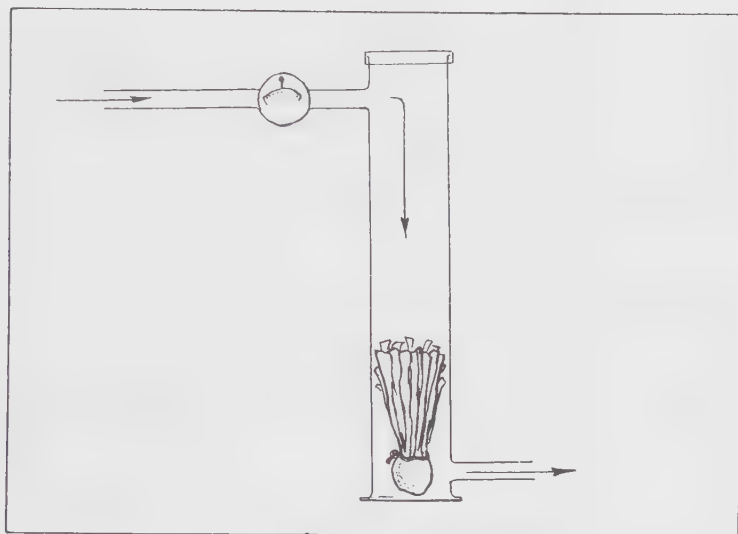


Schéma n° 1

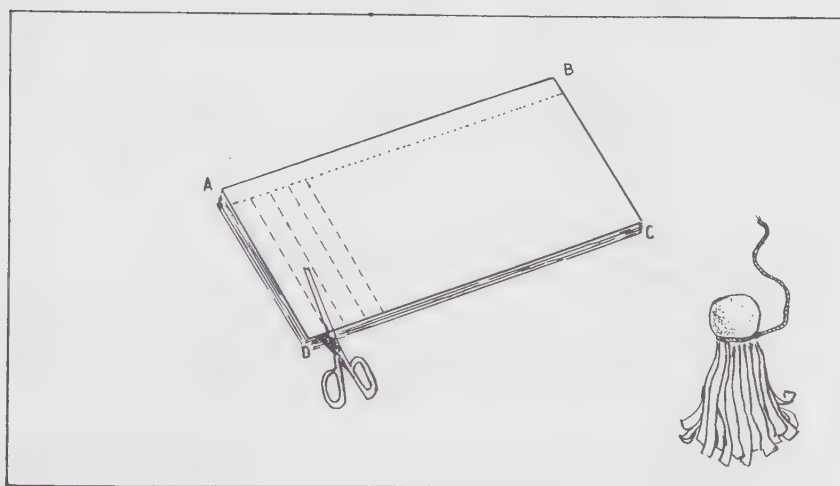


Schéma n° 2

2) Prélèvements en rivières

Dans ce cas, la pose des gazes a été généralement effectuée en canot pneumatique, sauf sur la Meurthe à Nancy où les services techniques municipaux ont mis à notre disposition un bateau à moteur qui a permis de travailler rapidement et dans des conditions favorables. Les tampons ont été attachés à une corde lestée par un bloc de béton et reliés à un flotteur en plastique. L'attache a été réalisée de sorte que la gaze soit toujours immergée complètement dans le courant à une profondeur variable selon les points de prélèvements.

Ces lieux de prélèvements peuvent être décrits d'une façon très générale, les détails correspondants seront exposés dans le chapitre : localisation des points de prélèvements. Ainsi un prélèvement a été effectué en amont des agglomérations et 2, 3 ou 4 échantillons ont été collectés en aval du point de rejet des égouts urbains. La position générale de ces divers points de prélèvements ainsi que la profondeur des tampons de gaze pour chacun d'eux sont schématisés sur le schéma n° 4.

3) Prélèvements dans les usines de traitement des eaux d'alimentation

Les tampons ont été immergés sans tenir compte de la profondeur, dans l'eau brute et après chaque stade du traitement soit, par exemple, dans l'eau après filtration ou après ozonisation.

Quelle qu'en soit l'origine, les prélèvements ont été effectués une fois par mois et le tampon toujours laissé en place pendant 48 heures. A l'issue de cette période, celui-ci était récolté et introduit dans un bocal stérile. Au cours du repêchage, un soin particulier était apporté afin de ne pas essorer le tampon. Les bocaux étaient transportés le plus rapidement possible au laboratoire ; les gazes étant alors exprimées avec des gants de caoutchouc, la quantité recueillie variait de 100 à 300 ml.

III - Avantages et inconvénients de la technique utilisée

Au cours de notre expérimentation, il est apparu que la méthode des gazes flottées telle que nous l'avons utilisée, présente de sérieux avantages mais aussi un certain nombre d'inconvénients et d'insuffisances.

Elle est particulièrement souple et permet d'effectuer des prélèvements dans des lieux variés avec un matériel très réduit et facile à préparer. Elle est, de plus, particulièrement simple et facile à exécuter.

Enfin, nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, elle permet

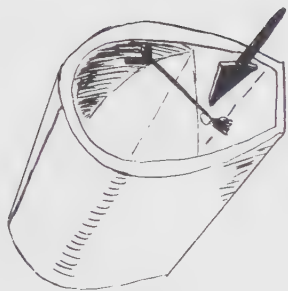


Schéma n°3

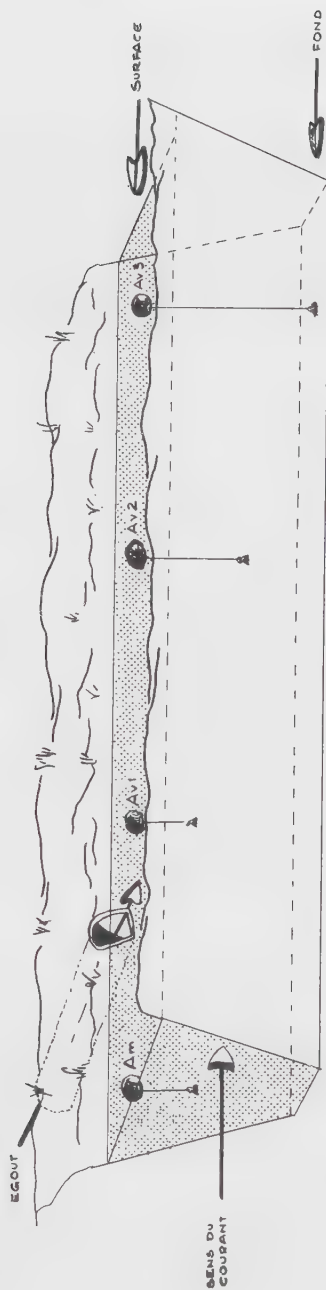


Schéma n°4

d'obtenir des échantillons dont la concentration en organismes pathogènes est relativement importante.

Cependant, en face de ces très gros avantages, elle présente un certain nombre d'inconvénients. D'une part, dans son principe, puisqu'elle donne un reflet d'une partie très réduite de la rivière, d'autre part, du fait des difficultés pratiques rencontrées au cours de la pose et de la récolte des tampons. C'est ainsi que, durant les mois d'hiver, il a été souvent difficile, voire impossible, d'effectuer des prélèvements sur les rivières. De toute façon, cette technique exige toujours des efforts physiques assez grands et parfois pénibles.

De plus, la proportion des tampons perdus fut très grande (environ 40 %) puisque, sur plus de 1 000 tampons posés, 697 seulement ont été récoltés et exploités.

Dans les égouts, les tampons ont été souvent soit emportés par un courant trop violent dû généralement à de violentes chutes de pluies ou à des orages, soit mangés ou déchirés par les rats.

Dans les rivières, un grand nombre d'entre eux se sont détachés sous l'effet du courant et certains ont été détruits par les pêcheurs ou par les riverains.

B - TRAITEMENT DES PRELEVEMENTS

Les échantillons obtenus, quelle que soit la méthode de prélèvement employée, sont encore relativement peu riches et contiennent un très grand nombre de bactéries qui risquent de gêner considérablement les opérations d'isolement. Aussi convient-il d'abord d'effectuer une concentration afin d'obtenir sous un volume restreint le maximum d'organismes recherchés et ensuite de procéder à une purification visant à détruire les germes associés indésirables.

I - Techniques de concentration

Ces techniques sont multiples mais leur valeur et leur facilité d'exécution sont très variables ; certaines notamment exigent un matériel très spécialisé et peu courant. Parmi celles-ci les 4 principales sont les suivantes :

Collage à l'alumine

On utilise l'alumine obtenue par action de l'ammoniaque sur une solution de sulfate d'alumine pure. L'alumine est ajoutée à l'échantillon d'eau que l'on a l'intention de concentrer. Dans le mélange ainsi obtenu, les germes collent au précipité qui tombe au fond du récipient. Ce précipité est remis en suspension dans un milieu tamponné à pH 8. On procède ensuite à une centrifugation, le liquide surnageant est prélevé et peut alors être considéré comme l'inoculum de départ. Cette technique généralement utilisée pour la mise en évidence dans l'eau des bactéries pathogènes, a été employée dès 1956 par STEVENSON et coll. (79), pour la recherche des virus Cocksackie et a donné des résultats satisfaisants. En effet, les auteurs ont pu déceler jusqu'à 0,0025 D L 50 de virus Cocksackie A2 dans 0,02 ml.

Ultracentrifugation

Cette méthode excellente, qui consiste à centrifuger à très grande vitesse les échantillons à analyser, donne des résultats très intéressants ; cependant elle nécessite l'emploi de centrifugeuses réfrigérées tournant à 40 000 tours/minute, matériel très coûteux, réservé à des laboratoires très spécialisés. De plus, elle ne permet le traitement que de très faibles volumes.

Ultracentrifugation "Sharples"

Basée sur le même principe que la précédente, cette technique récente présente l'avantage considérable de permettre le traitement de volumes élevés de liquide, volumes qui peuvent atteindre 24 à 48 litres en une journée.

Concentration par les résines échangeuses d'ions

Cette technique, dans la description primitive qu'en fit LO GRIPPO (55) en 1950, consistait à ajouter à l'échantillon une résine échangeuse d'anions "l'Amberlite XE 67". Après une agitation suivie d'une centrifugation, le culot résineux obtenu était agité avec une solution à 10 % de phosphate disodique qui permettait l'élution du virus.

En 1953, puis en 1955, KELLY et coll. (44), (45) modifient la méthode et emploient alors comme résine de la Dowex 1-200/400 mesh, 10 % cross linkage et comme liquide éluant du bouillon d'extrait de boeuf qui se révèle beaucoup moins toxique pour les animaux que la solution de phosphate disodique.

Cette méthode permet d'obtenir un éluat 20 fois plus concentré que l'échantillon de départ. Elle présente aussi l'avantage de ne nécessiter aucun matériel particulier et d'être applicable par tous les laboratoires.

II - Techniques de purification

La purification a pour but essentiel la destruction de la flore bactérienne qui pourrait interférer dans les stades ultérieurs de l'isolement. Les principaux traitements utilisés par les auteurs dans ce but s'établissent comme suit :

Traitement à l'éther

Ce traitement consiste à mélanger à l'échantillon à purifier une quantité d'éther variable selon le volume (1 ml pour 5). Après agitation et évaporation de l'éther à la trompe à eau, la purification est théoriquement effectuée. Il faut noter que cette technique exige une évaporation longue puisqu'elle doit durer au moins 3 heures et que, de plus, la stérilisation bactérienne n'est pas toujours complète.

Addition d'antibiotiques

Cette méthode est particulièrement simple ; il suffit d'ajouter à la préparation à purifier une solution de divers antibiotiques ; elle donne des résultats excellents.

Traitement à l'éther et addition d'antibiotiques

Combinaison des 2 méthodes précédentes, elle permet de parfaire la purification par l'éther et ainsi d'obtenir des résultats très satisfaisants.

Filtration sur membrane

Elle consiste à filtrer le liquide à travers des membranes millipores qui ont la propriété de retenir les bactéries et d'être peu adsorbantes pour les particules virales. Particulièrement efficace, cette technique n'est généralement employée qu'en cas de contamination massive et lorsque les procédés déjà

décrits se sont avérés insuffisants pour détruire la flore bactérienne.

Parmi les diverses méthodes de concentration exposées, il s'avère que celle employant les résines échangeuses d'ions est la mieux adaptée aux possibilités du laboratoire et au type de recherche envisagée. En effet, le matériel exigé est simple et courant, la valeur de la technique est prouvée et elle se prête particulièrement bien au travail en série à effectuer.

III - Techniques utilisées

Compte tenu de nos problèmes personnels, nous avons été amenés à faire un choix et à améliorer certaines techniques de concentration et purification qui viennent d'être exposées. Notre protocole s'établit donc comme suit :

Concentration du liquide d'expression des tampons

Elle est peu différente de celle décrite par KELLY (45) en 1955 et comporte donc classiquement les 2 phases d'adsorption et d'éluat.

1) Adsorption sur résine

A 50 ml du liquide surnageant obtenu lors de l'expression du tampon de gaze on ajoute :

- 2, 50 g de résine Dowex 1 - 200/400 mesh, 10 % cross linkage.
- 15 ml de subtosan ou 2 ml de subtosan retard.

Le mélange obtenu est agité pendant 15 minutes, puis centrifugé à 3 000 tours/minute durant 15 minutes.

Le sérum de veau, employé dans la technique primitive de KELLY, a été remplacé par du subtosan ou par du subtosan-retard. En effet, au cours d'expériences non publiées (FOLIGUET - SCHWARTZBROD) où furent testés comparativement le sérum de veau et deux composés à grosses molécules hautement polymérisées (subtosan et dextran), il a été prouvé que le subtosan et le sérum de veau donnent des résultats identiques. Au contraire, le dextran provoque une lyse de cellules lors de l'ensemencement des éluats.

2) Elution de la résine

Au culot résineux obtenu on ajoute 5 ml de bouillon nutritif (Nutrient. Broth Difco)

Après agitation de 15 minutes, le mélange est centrifugé à 4 000 tours/minute durant 20 minutes. Le surnageant obtenu à la suite de ce dernier traitement est alors prélevé aseptiquement et avec précaution ; il constitue l'éluat.

On obtient ainsi 4 à 5 ml d'éluat enrichi et concentré. Cependant, avant d'être utilisé pour la recherche des entérovirus, il doit être purifié.

Purification de l'éluat

A la suite d'essais préliminaires (FOLIGUET - SCHWARTZBROD) où les différentes techniques exposées ont été étudiées, l'addition des antibiotiques a été considérée comme la plus satisfaisante dans le cadre particulier de ce travail.

Aux 4 à 5 ml d'éluat obtenu à la suite de la concentration on ajoute 0,50 ml d'une solution d'antibiotiques de composition suivante :

Pénicilline 2 500 000 U

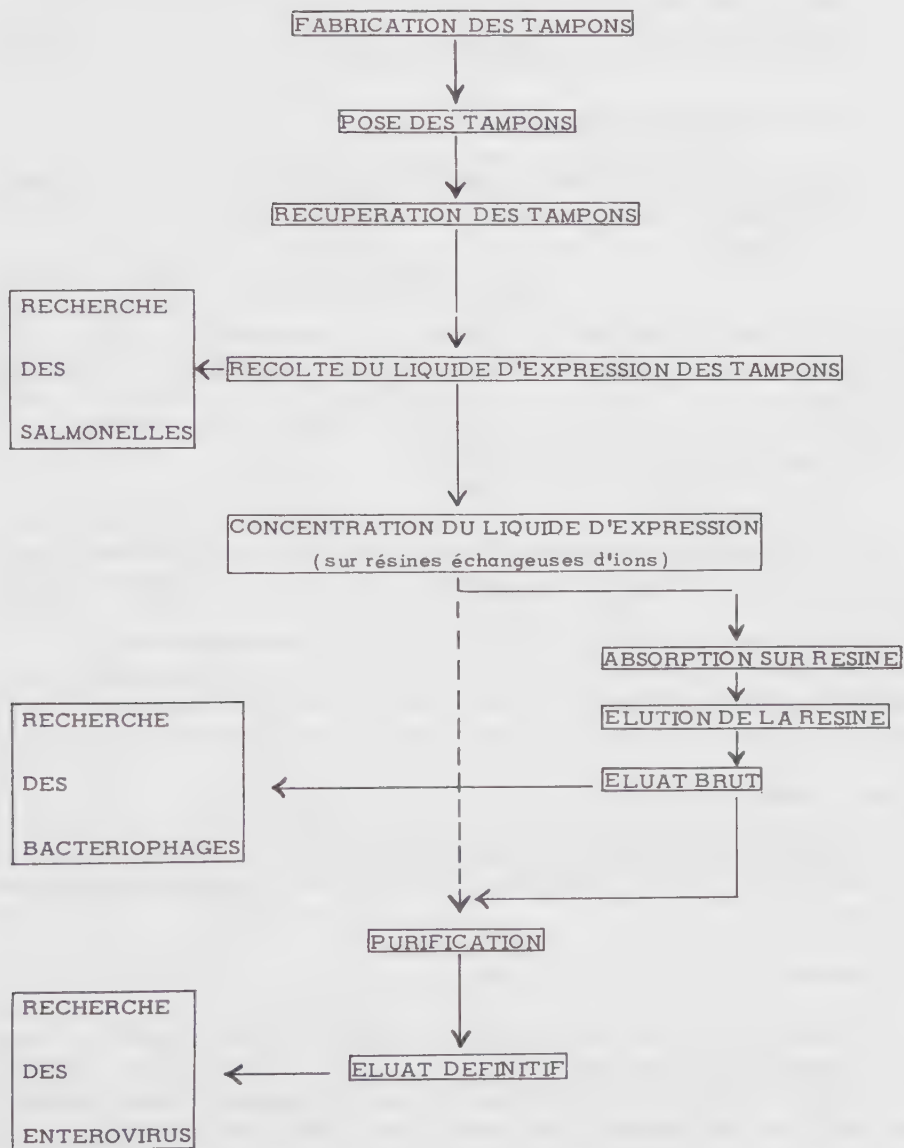
Streptomycine 0, 125 g

Néomycine 0, 125 g

Eau distillée Q. S. P. 50 ml

Le schéma n° 5 résume les différentes opérations précédant la recherche des microorganismes dont la liste a été donnée précédemment.

SCHEMA N° 5



C - TECHNIQUE DE RECHERCHE DES DIFFERENTS MICROORGANISMES

Dans ce chapitre nous exposerons successivement les différentes techniques utilisables et détaillerons celles que nous avons retenues pour la recherche et la caractérisation des salmonelles, des bactériophages et des entérovirus.

I - Recherche des SALMONELLES

La recherche des Salmonelles dans les eaux est considérée comme une opération relativement difficile. En effet, ces germes sont généralement présents en très petite quantité dans l'eau et ils ne s'y développent pas. De plus, il sont presque toujours associés à un très grand nombre de bactéries saprophytes qui se développent mieux et plus rapidement sur les milieux d'isolement. Aussi leur mise en évidence nécessite-t-elle, d'une part, une concentration des échantillons à examiner afin d'obtenir sous un volume réduit les germes pathogènes contenus dans une grande quantité d'eau, d'autre part, l'utilisation de milieux d'enrichissement qui favorisent le développement des salmonelles et inhibent la croissance des germes saprophytes associés.

Technique utilisée

Lors de cette expérimentation, la recherche a toujours été effectuée à partir du liquide d'expression des tampons de gaze, liquide qui contient les germes correspondant à un volume d'eau important ; il n'est pas possible, en effet, d'utiliser dans ce cas l'éluat obtenu à la suite de la concentration sur résines échangeuses d'ions car les bactéries, contrairement aux particules virales, ne sont pas adsorbées sur de telles résines. Le protocole utilisé comprend donc les trois stades suivants :

1) Enrichissement

Dans un ballon contenant 50 ml de milieu de MULLER-KAUFFMANN, on introduit 10 ml de surnageant d'expression des tampons. Après agitation on porte à l'étuve à 37°.

2) Isolement

Après 24 heures de séjour à l'étuve le milieu d'enrichissement est transporté sur milieu S. S. Agar. Après un nouveau séjour de 24 heures sur ce milieu, on prélève 4 ou 5 des colonies lactose-négatives développées ; celles-ci sont ensemencées sur les milieux Urée-Indole, Hajna et Mannitol-Mobilité.

3) Identification

Les souches présentant les caractères biochimiques des salmonelles sont alors caractérisées par l'agglutination à l'aide des différents antisérums.

Les gemes sont ainsi isolés et identifiés puis adressés au centre de lysotypie de l'Institut Pasteur de Paris pour confirmation du type.

Difficultés rencontrées

Malgré l'utilisation de milieux inhibiteurs et sélectifs, il faut noter néanmoins que les *Proteus* constituent une gêne considérable au cours des essais d'isolement, et que les souches du type "R" qui sont agglutinées par tous les sérums, sont rencontrées avec une fréquence relativement élevée.

II - Recherche des BACTERIOPHAGES

Les différentes techniques de recherche des bactériophages sont actuellement basées sur le même principe et s'effectuent généralement en trois temps.

Dans un premier temps, on procède à la culture des phages et l'échantillon d'eau à analyser est mis en présence de milieux qui doivent faciliter leur croissance. Le deuxième temps consiste en une destruction des diverses bactéries présentes dans le liquide de culture pour n'y laisser subsister que les seuls phages qui seront mis en évidence grâce à leurs propriétés lytiques dans un troisième temps.

Technique utilisée

Les bactériophages ont été recherchés uniquement à partir des éluats obtenus après concentration sur résine. Cependant les éluats ont toujours été utilisés avant addition d'antibiotiques ; ceux-ci en effet, par leur action germicide, empêchent le développement des cultures nécessaires à la mise en évidence des phages. La technique utilisée est peu différente de celle décrite par BUTTIAUX (4), (5) et GUELIN (33) ; elle a été modifiée pour permettre son utilisation dans les conditions particulières de l'expérimentation. Il faut cependant préciser que les recherches ont été conduites uniquement sur le plan qualitatif et selon le protocole suivant.

1) Trois tubes à hémolyse contenant 4 ml d'eau peptonée sont additionnés chacun de 2 gouttes d'éluat,

- dans le tube I, sont ajoutées 3 gouttes d'une culture jeune en eau peptonée de *Shigella dysenteriae*.

- dans le tube II, 3 gouttes d'une culture identique de *E. coli* 36.

- dans le tube III, 3 gouttes de culture de *Salmonella typhi* Vi-4 Wollman.

Les tubes ainsiensemencés sont placés à 37°.

2) Après un séjour de 14 heures à l'étuve, ils sont immergés dans un bain marie à 56° durant 30 minutes. Cette opération a pour but de tuer les microbes sensibles à la chaleur et de ne laisser dans le liquide de culture que les bactériophages. Il faut cependant remarquer que certains germes tels que les bacillacés résistant à de telles températures ne sont pas éliminés.

3) Il reste alors à mettre les phages en évidence ; pour ce faire, trois boîtes de Pétri contenant de la gélose nutritive sontensemencées avec les mêmes souches que celles utilisées dans la première partie de la recherche soit :

- la boîte I, avec *Shigella dysenteriae*
- la boîte II, avec *Escherichia coli*
- la boîte III, avec *Salmonella typhi*

Après séchage, une microgoutte de la suspension phagique est déposée à la surface de la boîte correspondante. Les différentes boîtes sont ensuite portées à l'étuve à 37° et, 6 heures plus tard, la lecture peut être effectuée.

III - Recherche des ENTEROVIRUS

D'une manière générale, on peut écrire que l'isolement des entérovirus ne pose plus de nos jours de problèmes insurmontables. En effet, les techniques d'isolement se sont considérablement améliorées et permettent maintenant le travail en série. Cependant, si l'isolement et l'identification sont relativement faciles, il n'en est pas de même en ce qui concerne le classement et le typage, opérations souvent ardues et dans la pratique réservées à quelques laboratoires spécialisés.

I - Méthodes générales d'isolement

Jusqu'en 1950, la seule technique mise à la disposition des laboratoires pour isoler les virus poliomyélitiques était l'inoculation au singe. Cet animal est pratiquement le seul sensible à ce type de virus. Quelques rares rongeurs tels que le Cotton-rat (*sigmodon*) et la souris blanche adulte sont sensibles au seul type II du virus poliomyélitique et n'étaient donc utilisables que pour des travaux de recherches extrêmement limités. Cette unique méthode d'inoculation à l'animal a été remplacée par l'inoculation aux cultures cellulaires.

Avant d'être utilisées en virologie, les cultures tissulaires avaient été étudiées dès la fin du 19ème siècle par un certain nombre d'embryologistes tels que BEEBE et EWING (1). Au début du siècle les cultures en explants étaient mises au point selon le procédé de la "goutte pendante" ; quelques années

plus tard, en 1912, CARREL (6) réussissait les premières cultures de tissus embryonnaires de poulet, mais à cette époque ces techniques très délicates et les difficultés d'asepsie ne permettaient pas la généralisation de tels procédés.

Le problème revient au premier plan en 1936 lorsque SABIN (74) parvient à cultiver le virus poliomyélitique sur du tissu nerveux embryonnaire. Enfin, ENDERS (23) en 1949 met en évidence les possibilités de culture in vitro de ce même virus sur des cellules de peau ou de muscle humain ; il constate que le virus provoque un effet cytopathogène dû, pensait-il, à la multiplication des particules virales à l'intérieur même des cellules. Cette découverte a été le point de départ d'un extraordinaire développement de l'utilisation des cultures cellulaires en virologie.

Depuis, les techniques ont été constamment améliorées. Ainsi, en 1954, DULBECCO et VOGT (18) montrent que si, au lieu de mettre en culture des fragments de tissus, on les soumet à une digestion trypsique préalable, le rendement est très nettement amélioré. Ces auteurs observent aussi qu'après ce traitement, les cellules mises en suspension dans du milieu nutritif se fixent spontanément sur les parois des récipients et s'y développent de façon très satisfaisante.

À la même époque, YOUNGNER (82) apporte une solution au difficile problème de la stérilité indispensable des milieux de culture employés, en proposant de leur ajouter une certaine quantité d'un mélange d'antibiotiques. Cette technique complète d'une manière très efficace les moyens de stérilisation déjà utilisés et permet ainsi d'assurer une asepsie sinon parfaite, du moins beaucoup plus complète.

En ce qui concerne les milieux de culture, certains laboratoires se sont spécialisés dans l'étude des besoins nutritifs des cellules et ont mis au point des milieux capables d'assurer leur croissance rapide. Ils ont toujours pour base une solution saline équilibrée telle que celle de HANKS et WALLACE (34) ou celle de EARLE (22) à laquelle on ajoute obligatoirement 13 acides aminés et 8 vitamines indispensables, ainsi que du glucose et des protéines sériques.

Une partie de ces éléments est souvent apportée sous forme d'hydrolysats.

Parmi les nombreux milieux proposés, nous ne citerons que les plus couramment utilisés : ceux de EAGLE (20), (21), ceux à l'hydrolysate de caséine (50), à l'hydrolysate de lactalbumine (62) et le milieu 199 (68).

Ainsi, actuellement, les techniques de culture sont parfaitement codifiées et permettent une utilisation rationnelle des divers systèmes cellulaires proposés.

Pratiquement on utilise donc pour l'isolement des entérovirus soit l'inoculation à des cultures cellulaires, soit l'inoculation à l'animal pour rechercher certains types d'entérovirus ne déterminant pas d'effet cytopathogène.

Aussi décrivons-nous d'abord brièvement les systèmes cellulaires couramment utilisés, puis nous évoquerons le problème de l'inoculation à l'animal.

A - Système cellulaires couramment utilisés

Un certain nombre de cultures de tissus sont actuellement à la disposition des laboratoires de virologie. Les cellules les plus utilisées sont d'une part les cellules en lignée continue, d'autre part les cellules de première explantation.

1) Cellules en lignée continue

Les cellules en lignée continue, sont entretenues au laboratoire de façon continue. Elles présentent l'avantage considérable de se multiplier rapidement et d'être assez faciles à cultiver. Elles peuvent provenir soit de cellules dites normales, soit de cellules malignes humaines ou animales. De toute façon, et quelle que soit leur origine, il faut rappeler que ce sont des cellules dédifférenciées chez lesquelles on décèle toujours une polyploïdie marquée et des anomalies chromosomiques. On distingue, d'une part, des souches provenant de cellules dites normales, généralement peu utilisées dans la recherche des entérovirus, d'autre part, des souches provenant de cellules malignes dont il existe un très grand nombre. Parmi celles-ci nous n'en signalerons que trois qui sont les plus utilisées, à savoir, les souches K. B., Hela et Hep. 2.

La souche K. B. a été obtenue à partir d'un épithélioma de la bouche (EAGLE (19)) ; ces cellules sont relativement stables et particulièrement sensibles aux entérovirus.

La souche Hela, la plus connue de toutes les souches en lignée continue, a pour origine un carcinome cervical de l'utérus (GEY (31)). Elle est caractérisée par une instabilité aussi bien dans la taille des cellules que dans le nombre de chromosomes.

La souche Hep. 2 provient d'un épithélioma humain (65) et présente un intérêt particulier du fait de son extrême sensibilité aux virus poliomyélitiques.

2) Cellules de première explantation

Les cellules de première explantation sont des cellules prélevées sur un organe déterminé d'un être vivant et qui sont mises en culture mais qui ne se perpétuent pas ou se perpétuent pendant une durée relativement réduite. Parmi les nombreux types de cellules de ce genre, les cellules de rein de singe sont

indiscutablement les plus utilisées mais les cellules amniotiques, thyroïdiennes et fibroblastiques trouvent également leur place dans les examens virologiques.

Les cellules de rein de singe sont extrêmement utiles pour les recherches sur la poliomyélite et la préparation des vaccins ; elles présentent l'inconvénient d'être parfois infectées par des virus de singe. Ces virus simiens provoquent des effets cytopathogènes qui, à l'état frais, offrent beaucoup de similitudes avec ceux provoqués par les entérovirus humains.

Les **cellules** amniotiques, obtenues à partir de membranes amniotiques humaines, sont très utiles du fait de leur sensibilité **aux** diverses formes d'entérovirus et aussi parce qu'elles peuvent être conservées **à** la température ordinaire pendant un temps assez long sans subir de dégénérescence.

Les cellules thyroïdiennes, cultivées à partir de thyroïdes humaines, sont obtenues lors d'interventions chirurgicales. Elles sont caractérisées par une très grande sensibilité aux virus.

Les cellules fibroblastiques sont d'origine soit embryonnaire soit adulte et proviennent d'organes divers. Parmi les types cellulaires possibles, le cas des fibroblastes embryonnaires humains est particulièrement intéressant. En effet, de telles cellules obtenues à partir de fœtus humains âgés de 3 à 4 mois, se reproduisent pendant 6 à 8 mois et pendant toute cette période, conservent un caryotype diploïde toujours identique à lui-même. Ces cellules sont également dénommées souche cellulaire.

Malgré tout l'intérêt des cultures cellulaires, on est cependant amené à avoir recours, comme nous l'avons déjà dit, à l'inoculation à l'animal.

B - Inoculation à l'animal

Pour la recherche des entérovirus, l'inoculation à l'animal s'effectue généralement sur le souriceau nouveau-né soit par voie intracérébrale, soit par voie intrapéritonéale. Cette technique est actuellement la seule qui permette d'isoler certains types d'entérovirus. C'est le cas notamment de certains virus Coxsackie du groupe A qui ne déterminent aucun effet cytopathogène en culture cellulaire ; au contraire, inoculés à des souris nouveaux-nés, ils provoquent des manifestations pathologiques caractéristiques et des lésions histologiques particulièrement typiques.

Après avoir envisagé les techniques d'isolement, il convient d'évoquer maintenant les différentes méthodes de détermination des entérovirus isolés.

II - Méthodes générales de détermination des Entérovirus

Le matériel viral obtenu selon les techniques précédemment décrites sera déterminé soit sur cultures cellulaires si telle a été la voie d'isolement, soit par inoculation au souriceau nouveau-né si l'animal a été le moyen d'obtention de la souche virale à déterminer.

A) Détermination des Entérovirus isolés sur cellules

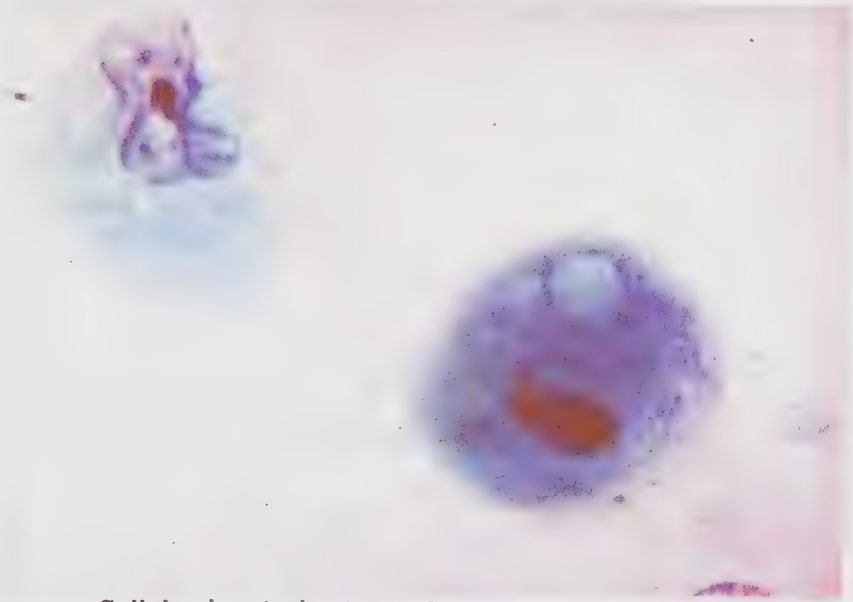
Cette méthode s'effectue en trois temps qui sont respectivement l'identification, le classement et le typage.

L'identification correspond en fait à un diagnostic d'orientation. Elle repose sur la constatation d'un effet cytopathogène qui permet de conclure qu'il s'agit très vraisemblablement d'un entérovirus. Cet effet cytopathogène s'observe sur des cellules soit à l'état frais, soit après coloration.

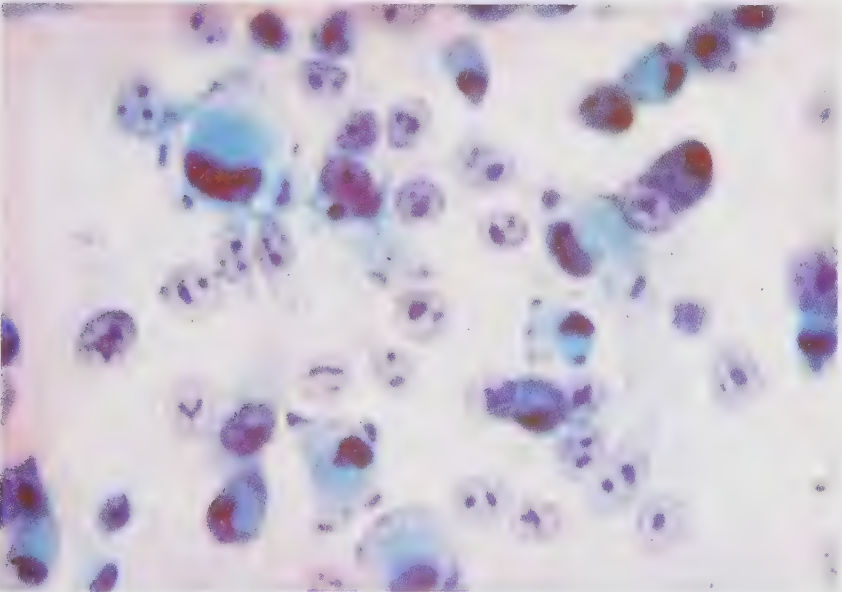
A l'état frais, on observe le plus souvent, à la surface d'un tapis cellulaire uniforme, la formation de petits ilots de cellules arrondies très réfringentes au début de l'infection et qui tendent rapidement à prendre un aspect pycnotique et à tomber dans le milieu. Dans le cas du virus poliomyélitique, cette dégénérescence cellulaire apparaît très tôt et s'accroît très vite ; généralement quelques heures après le début des manifestations cytologiques, toutes les cellules sont atteintes et la couche monocellulaire est totalement détruite. D'autres entérovirus provoquent un effet cytopathogène beaucoup plus lent et moins total, le pourcentage de cellules demeurées saines pouvant aller de 10 à 80 % (GAUDIN in SOHIER) (78).

La coloration des cellules ayant montré à l'état frais une atteinte virale permet un examen plus approfondi, une description plus précise des lésions observées et par voie de conséquence un diagnostic d'orientation plus affirmé. Un très grand nombre de techniques de coloration a été proposé ; parmi ces colorations nous retiendrons particulièrement celle à l'hématoxyline-éosine de REISSIG et coll. (72), celle à l'érythrosine B, orange G et bleu toluidine décrite par PRUNIERAS in SOHIER (78), celle au Giemsa et enfin celle de HARRIS - SHORR adaptée aux cultures cellulaires (FOLIGUET) (25).

Lorsque l'on veut effectuer une telle observation de cellules colorées, on inocule généralement des tubes à lamelles ce qui permet, lorsque les premières lésions apparaissent, de prélever la lamelle sur laquelle le tapis cellulaire adhère encore. Cette lamelle est alors fixée et colorée par une des méthodes citées ci-dessus. A l'examen microscopique, les lésions apparaissent particulièrement typiques, on observe, à l'intérieur des cellules atteintes, une grosse inclusion éosinophile, qui occupe presque toutes les cellules et un



Cellules de rein de singe infectées par un virus ECHO 7.
 Vacuole protoplasmique. (coloration polychrome Harris-Shorr, jaune brillant).



Cellules K. B. infectées par un poliovirus type II.
 (coloration polychrome Harris-Shorr, jaune brillant)

noyau, souvent en forme de croissant, rejeté contre la paroi cellulaire. Ce noyau a une apparence tourmentée et sa surface est souvent ridée.

Le classement correspond à la détermination du groupe auquel appartient l'entérovirus isolé (poliovirus, ECHO virus, Cocksackievirus). Ce travail peut être effectué de différentes manières. La technique des cultures cellulaires différentielles proposée par HSIUNG (38) permet en inoculant un très grand nombre de systèmes cellulaires et en notant la présence ou l'absence d'effet cytopathogène de classer l'entérovirus parmi les trois grands groupes cités ci-dessus. Cette méthode a cependant l'inconvénient d'exiger une très grande variété de systèmes cellulaires et est, en pratique courante, difficilement applicable. La méthode des plaques*, basée sur la présence ou l'absence, la rapidité d'apparition et la forme des plaques est plus facile à réaliser. Elle permet de classer les entérovirus en trois groupes. Un premier groupe englobe certains virus ECHO qui ne provoquent pas la formation de plaques. Le second comprend les poliovirus, les virus Cocksackie et les virus ECHO type 7, 12, 19. Ces entérovirus donnent naissance à de grandes plaques d'apparition rapide. Le troisième groupe enfin se compose de virus ECHO qui ont la propriété de donner très lentement de petites plaques.

Cette technique, ainsi que la précédente, est d'ailleurs avantageusement complétée par la recherche de l'hémagglutination des hématies humaines caractéristiques de certains virus ECHO.

Le stade final est représenté par la séroneutralisation à l'aide des pools de sérum ; elle permet de classer les entérovirus isolés parmi les trois grands groupes. Cette méthode suppose cependant la possession des pools de sérum de référence.

Enfin, le typage représente le stade ultime de l'identification et constitue en fait le diagnostic définitif car seul il permet la détermination précise du type antigénique de l'entérovirus isolé. Il s'effectue par séroneutralisation, soit à l'aide de sérums monovalents, soit grâce à des mélanges de sérums. Cette dernière technique est en fait une amélioration de la précédente. Schématiquement, elle consiste à mettre la souche en présence de différents mélanges de sérums préparés de façon à ce que chaque sérum soit présent dans deux mélanges. C'est ainsi que LIM et BENYESH - MELNICK (53) ont proposé un protocole permettant grâce à 7 mélanges différents de typer les virus ECHO et Cocksackie et que SCHMIDT, GUENTHER et LENETTE (77) ont mis au point une

* Nous utiliserons le terme de "plaque" au lieu de "plage" plus volontiers employé par les auteurs de langue française, car il nous paraît tout autant justifié que le second pour décrire le phénomène considéré. En outre, son emploi a l'avantage d'uniformiser le vocabulaire scientifique dans les différents langages. (IN SOHIER) (78).

technique qui, avec 10 mélanges, est uniquement consacrée aux virus ECHO.

B) Détermination des Entérovirus isolés sur souriceau nouveau-né

L'inoculation sur souriceau nouveau-né permet l'isolement, l'identification et le typage des souches de virus Cocksackie et, en particulier, ceux du groupe A qui, en très grande majorité, ne provoquent pas d'effets cytopathogènes sur cultures cellulaires. Ces virus provoquent chez le souriceau l'apparition d'une maladie expérimentale variable selon les souches inoculées.

Ainsi l'apparition d'une paralysie flasque débutant aux extrémités postérieures, généralement en extension, puis en progressant vers le pôle céphalique, avec respiration difficile, oriente vers les virus du groupe A. L'animal est apathique et souvent cyanosé.

Au contraire, l'apparition de phénomènes paralytiques spastiques, en particulier, des membres postérieurs, avec ataxie et incoordination des mouvements, est en faveur des virus du groupe B. L'animal présente généralement des signes d'agitation désordonnée, avec une dystonie de torsion caractéristique ("rolling disease" des auteurs anglo-saxons) ; il tourne sur lui-même, mis sur le dos il ne peut se redresser. Par ailleurs, les téguments sont souvent le siège d'une cyanose généralisée alternant avec des phases de pâleur et de sudation.

Dans certains cas, les signes ne sont pas aussi tranchés et l'infection se traduit essentiellement par un état de dénutrition progressif (absence visible de lait dans la cavité stomacale) aboutissant à la cachexie et dont sont responsables certaines souches de type B.

L'examen histo-pathologique confirme en règle générale les signes cliniques d'orientation précédemment développés.

Virus du groupe A

Macroscopiquement, les muscles atteints apparaissent pâles, plus ou moins striés de raies blanches.

Microscopiquement, il existe une altération prédominante et essentielle des muscles striés, principalement des muscles squelettiques. Il s'agit d'une myopathie généralisée où tous les signes de dégénérescence de la fibre musculaire peuvent être observés : vacuolaire, granuleuse, grasseuse, mais où prédomine une nécrose de coagulation ou dégénérescence hyaline (ou encore cireuse) de ZENKER. Les fibres primitivement atteintes se gonflent en massue, perdent leur striation longitudinale et transversale, se fragmentent en même temps qu'elles se hyalinisent et qu'elles prennent un aspect homogène, éosinophile à

l'hématéine-éosine.

Ce processus destructif est bientôt suivi, selon les cas, d'une activité régénératrice avec hypertrophie et multiplication des noyaux du sarcolemme intact, à la jonction de la partie nécrosée et de la partie non détruite. On note aussi une réaction inflammatoire plus ou moins importante du tissu interstitiel. Ce processus de régénération peut conduire à la restitution "ad integrum" du tissu musculaire atteint, mais l'animal meurt en général au 3ème ou 4ème jour de sa myopathie.

Cette lésion spécifique est de règle unique, quoique certains auteurs (GADEKE) (27) aient pu décrire des lésions secondaires à l'atteinte musculaire : soit néphrose glomérulaire ou tubulaire du type "cross-injury", soit images pulmonaires consécutives à l'hypoxémie généralisée entraînée par la paralysie des muscles respiratoires.

Virus du groupe B

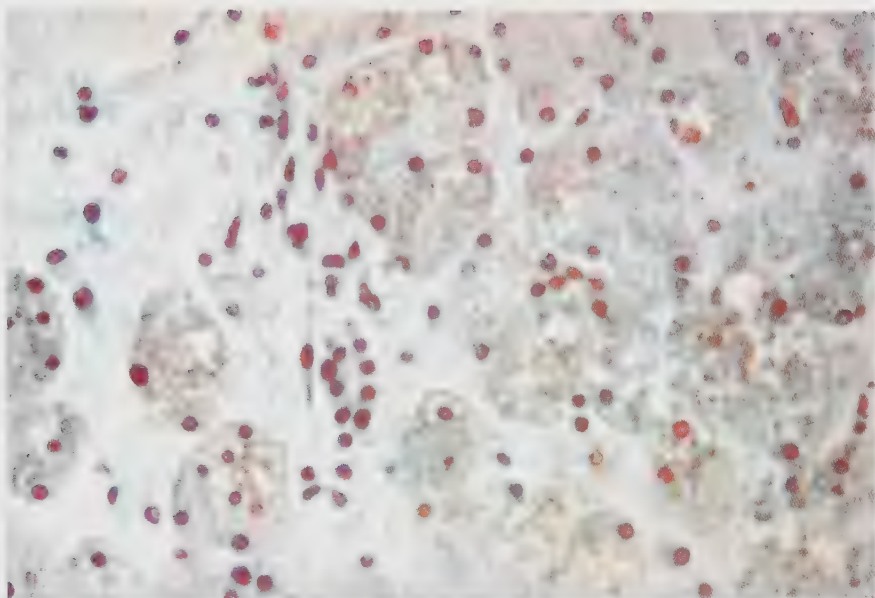
Les lésions qu'ils déterminent sont à la fois plus nombreuses, plus polymorphes et très différentes de celles des virus du groupe A. Elles prédominent sur le tissu nerveux.

Macroscopiquement, on note à l'ouverture du crâne une liquéfaction de l'encéphale et après dépouillement de l'animal une pâleur avec hypertrophie des coussinets graisseux interscapulaires, ainsi qu'une rétention vésicale fréquente.

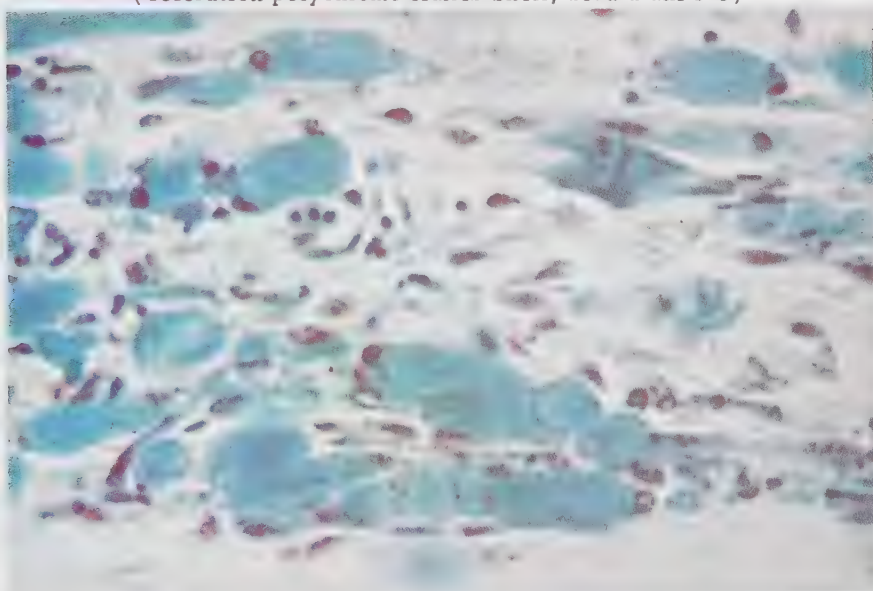
Microscopiquement, c'est l'atteinte du système nerveux central qui est la caractéristique majeure : il s'agit d'une nécrose de liquéfaction plus ou moins prononcée de l'encéphale, ou dans certains cas d'une nécrose d'homogénéisation. La réaction inflammatoire est en général diffuse. Ces lésions neurotropes ne se limitent pas du reste aux hémisphères cérébraux et au cervelet, mais peuvent aussi atteindre la moëlle et les différents ganglions rachidiens où elles déterminent la nécrose des neurones.

Ces manifestations histologiques particulières peuvent être accompagnées, selon le cas, et avec une fréquence variable, selon les souches isolées, d'autres lésions tissulaires : musculaires, graisseuses, pancréatiques, hépatiques et glandulaires.

Les lésions musculaires touchent les muscles squelettiques, mais d'une manière plus localisée qu'avec les virus du groupe A. Elles semblent prédominer au niveau du diaphragme et des intercostaux. Elles peuvent intéresser aussi le myocarde par des foyers de nécrose disséminés.



Lésions des acini pancréatiques au début chez un souriceau infecté
par un virus Coxsackie B 5.
(coloration polychrome Harris-Shorr, bleu d'aniline)



Lésions musculaires chez un souriceau infecté par un virus Coxsackie A.
(coloration polychrome Harris-Shorr, bleu d'aniline)

Deux types de lésions sont à souligner : celle de la graisse brune, sous-scapulaire (glande hibernale) et celle du pancréas.

Au niveau de la graisse brune, l'atteinte est soulignée par une nécrose des lobules graisseux prédominant à leur périphérie, suivie très rapidement et d'une façon remarquable par une calcification extensive. La glande est œdémateuse et un infiltrat inflammatoire polymorphe envahit le tissu atteint.

Le pancréas est l'objet d'une nécrose aigüe, touchant en priorité le tissu exocrine, mais pouvant entraîner (FOLIGUET et coll.) (26) la lyse totale de l'organe et des tissus avoisinants par atteinte tryptique, contrairement à l'opinion classiquement admise. Cette atteinte pancréatique est plus fréquente avec les souches fraîchement isolées.

Enfin dans certains cas, le foie peut être le siège de lésions parenchymateuses partielles, plus rarement généralisées, le thymus celui d'une involution aigüe ; de même les glandes salivaires (parotides, linguales, sub-linguales) peuvent présenter une nécrose plus ou moins importante (FOLIGUET et coll.) (26).

Ces manifestations histologiques sont assez spécifiques en elles-mêmes pour donner une orientation du groupe de virus en cause. Mais il faut noter les cas plus difficiles où existent simultanément les lésions musculaires généralisées associées à des lésions nerveuses plus ou moins étendues, cas suggérant une association de souches que seule permettra de distinguer l'épreuve de séroneutralisation.

Le typage, opération longue, difficile et extrêmement fastidieuse, permettra de déterminer plus précisément et le groupe et le type de la souche virale étudiée. La technique utilisée est l'épreuve de neutralisation. Dans un premier temps il faut préparer, à partir des animaux ayant présenté des signes d'infection, une suspension infectieuse. Le souriceau est dépouillé, éviscéré puis broyé dans quelques millilitres de liquide de HANKS ; le sumageant obtenu après une centrifugation lente est additionné d'antibiotiques et constitue l'inoculum. Dans un deuxième stade, cette suspension est titrée par inoculation de diverses dilutions à des lots de souriceaux nouveaux-nés. Enfin, le titre étant connu, on procède au typage proprement dit. La suspension virale est neutralisée *in vitro* par les sérums spécifiques, puis les mélanges ainsi obtenus sont inoculés à des lots de souriceaux qui sont surveillés pendant deux semaines.

III - Techniques utilisées

Nous tenons à préciser d'emblée que nous n'avons pu réaliser que les

opérations d'isolement, d'identification et une partie seulement du classement ; le reste, ainsi que le typage, a été effectué au Laboratoire de la Santé Publique (Professeur SOHIER) qui a bien voulu en assurer la réalisation, le département des entérovirus (O. G. GAUDIN) en ayant été chargé. Ces opérations nécessitent en effet, comme nous l'avons exposé ci-dessus, l'emploi d'antisérums spécifiques très variés dont disposent seuls quelques laboratoires spécialisés.

A - Isolement sur cultures cellulaires

Nous envisagerons ici les différents systèmes cellulaires utilisés, puis nous détaillerons le protocole d'inoculation et enfin les techniques d'identification employées.

1) Systèmes cellulaires utilisés

Dans notre expérimentation, trois systèmes ont été utilisés à savoir les cellules K. B., les cellules de rein de singe et les cellules embryonnaires de lapin.

Les cellules K. B. ont été entretenues au laboratoire avec du milieu à base d'hydrolysate de caséine.* A la suite d'une trypsination, les cellules étaient mises en suspension dans ce milieu et reportées, soit en tube 12 × 120 mm, soit en tubes à lamelles. Après un séjour de 3 jours à l'étuve, on obtenait une couche monocellulaire. Le liquide surageant était alors éliminé et remplacé par du milieu neuf et l'on pouvait procéder alors à l'inoculation.

Les cellules de rein de singe ont été fournies par l'Institut Pasteur de Paris sous deux formes. Dans un premier temps, en tubes 12 × 120 sur lesquels la couche monocellulaire était suffisamment développée pour être inoculable dès réception ; dans un deuxième temps, sous forme d'une suspension cellulaire provenant de la trypsination d'un rein. Dès réception, cette suspension était numérée à la cellule de Nageotte, puis mélangée à du milieu H. C. contenant 5 % de sérum de poulain et enfin répartie, soit en tubes 12 × 120, soit en tubes à lamelles.

10 jours après environ, on observait la formation d'un tapis cellulaire continu ; le milieu de culture était alors éliminé et remplacé par du milieu neuf identique mais sans sérum. Les tubes étaient alors prêts à être inoculés.

Les cellules embryonnaires de lapin ont été obtenues par trypsination de tissus embryonnaires. Une césarienne pratiquée sur une lapine a permis

* Dans la suite de l'exposé, nous emploierons pour désigner ce milieu le sigle H. C.

d'obtenir des embryons de 15 jours ; ceux-ci ont été recueillis dans une boîte de Pétri puis disséqués afin d'obtenir des tissus musculaires et rénaux. Ces tissus ainsi isolés ont été découpés en fins fragments, puis soumis à l'action de la trypsine. Après plusieurs lavages et centrifugations, les cellules ont été mises en suspension dans du milieu H. C. additionné de 15 % de sérum de poulain, puis réparties dans différents flacons de façon à obtenir une concentration de 300 à 400 000 cellules par ml. Un tapis cellulaire continu a été obtenu 10 jours après la première trypsination. Une partie des cellules a alors été mise en tube 12 x 120 et, 3 jours après, l'ensemencement a été possible.

Deux souches embryonnaires de lapin, l'une de muscle, l'autre de cellules rénales ont ainsi pu être maintenues durant 18 passages. Malheureusement, par suite de la souillure d'un milieu, elles ont été perdues. De ce fait nous n'avons pu inoculer sur ce système cellulaire qu'un nombre réduit de prélèvements. On peut le regretter, car cette souche cellulaire manifestait une sensibilité particulièrement élevée. Des essais ultérieurs entrepris afin d'obtenir une souche identique ont tous été voués à l'échec.

2) Protocole d'inoculation aux cellules

Les prélèvements ont toujours été inoculés simultanément dans deux systèmes cellulaires différents : les cellules K. B., les cellules de rein de singe. Ces inoculations ont été faites selon un protocole personnel.

Pour l'inoculation aux cellules K. B. le protocole employé a été le suivant :

Dans un premier temps, ou premier passage (P1), 0, 10 ml d'éluat est introduit dans un tube 12 x 120. Ce tube est ensuite examiné tous les jours pendant 7 jours afin de mettre en évidence un éventuel effet cytopathogène. Au cours de cette période d'observation, on constate, soit un effet cytopathogène et la destruction de la culture cellulaire, soit le maintien d'un tapis cellulaire intact identique à celui du tube témoin.

Quelque soit l'aspect observé, un 2ème passage (P2) est toujours effectué. Il consiste à introduire dans des bouteilles B 30 représentant un tapis cellulaire continu 1 ml du liquide surnageant obtenu lors du 1er passage. Ces bouteilles, ainsi ensemencées, sont examinées pendant une nouvelle période de 7 jours.

Lorsque l'effet cytopathogène observé lors du 1er passage se confirme, le prélèvement est considéré comme positif. Il en est de même lorsque cet effet ne se manifeste qu'au 2ème passage. Deux tubes à lamelles sont alors inoculés avec 0, 10 ml du liquide surnageant de façon à obtenir un matériel cellulaire facilement colorable permettant l'examen histologique. La lamelle est systématiquement fixée dès que les cellules présentent des altérations caractéristiques.

Si, au contraire, au cours du 2ème passage, l'effet cytopathogène observé précédemment n'est pas retrouvé, la destruction cellulaire primitive est considérée comme due à un effet toxique de l'éluat sans rapport avec une infection virale. Dans ce cas, comme dans celui où le 2ème passage s'est révélé négatif, un 3ème passage (P3) sur tube 12 x 120 est effectué.

Au bout de 7 jours, si le tube présente un tapis cellulaire intact, le prélèvement est déclaré négatif. Si, au contraire, une destruction de cellules est observée, 2 tubes à lamelles sont inoculés pour observer si le phénomène se reproduit et pour obtenir grâce à la lamelle une preuve histologique éventuelle de l'atteinte virale.

Pour l'inoculation aux cellules de rein de singe, le protocole utilisé dans ce cas est pratiquement identique à celui employé pour l'inoculation sur cellules K. B. Les seules différences importantes sont, d'une part, que le 2ème passage est effectué en tube 12 x 120 et non en B 30 comme pour les cellules K. B., d'autre part, que le 3ème passage est réalisé en tubes à lamelles uniquement pour les prélèvements ayant déterminé des effets cytopathogènes lors des inoculations précédentes.

L'inoculation aux cellules embryonnaires n'a été réalisée que pour un nombre restreint de prélèvements et le mode d'inoculation a été identique à celui utilisé dans le cas des cellules K. B.

3) Techniques de détermination employées.

Comme nous l'avons exposé dans le paragraphe précédent, le liquide surnageant des tubes ayant présenté à l'état frais un effet cytopathogène, a été inoculé en tube à lamelles de façon à obtenir un matériel cellulaire infecté facilement colorable. Pour réaliser l'identification proprement dite, les lamelles obtenues ont été fixées par le liquide de Bouin alcoolique ou par le mélange alcool-éther. Elles ont ensuite été colorées soit par la méthode à l'hématoxyline-éosine, soit par celle de HARRIS - SHORR adaptée aux cultures cellulaires (25), puis observées au microscope.

Pour le classement des entérovirus isolés, les souches ont été engagées dans des épreuves de séroneutralisation par les sérums antipoliomyélitiques, ce qui nous a permis de les classer soit dans ce groupe, soit dans un groupe comprenant tous les autres entérovirus. Les autres opérations de classement ont été effectuées au Laboratoire National de la Santé Publique par la méthode des plaques et la séroneutralisation par des pools de sérum de référence.

Le typage définitif enfin a été réalisé au même laboratoire grâce à la technique de neutralisation par les sérums monovalents.

B - Isolement sur souriceau nouveau-né

Nous décrirons ici uniquement le protocole d'inoculation utilisé, car l'identification et le typage ont été effectués selon les méthodes classiques décrites précédemment.

Ce protocole est le suivant :

Chaque éluat est inoculé à une portée de souriceaux, obligatoirement âgés de moins de 48 heures, les portées étant choisies de telle sorte que l'on puisse inoculer au minimum 5 animaux. Les souriceaux sont laissés avec la mère, soit dans des bocaux de verre, soit dans des petites caisses en bois placées dans des cages grillagées.

L'éluat est prélevé à l'aide d'une seringue de 1 ml gradué au 1/10ème de ml et inoculé par voie intra-cérébrale. Pour effectuer cette inoculation, on injecte par voie sous-cutanée dans la région cervicale, environ 0,10 ml de façon à obtenir la formation sous la peau d'une papule de 1 mm de diamètre. Dans un second temps, on enfonce l'aiguille dans le cerveau sans appuyer sur le piston de la seringue afin de ne pas provoquer de lésions par pression ; on retire ensuite l'aiguille et seringue. Cette technique a permis de limiter en partie le taux de mortalité dû au seul traumatisme de l'inoculation.

Aussitôt inoculés, les souriceaux sont remis dans le nid maternel et observés régulièrement chaque jour, à partir du 2ème jour pendant une période de 14 jours. Les animaux morts avant ce même jour sont éliminés et la cause de la mort imputée au traumatisme de la piqûre intracérébrale.

Dès l'apparition de phénomènes paralytiques ou de mouvements spastiques chez un ou plusieurs des animaux, la portée est surveillée 2 ou 3 fois par jour, les mères ayant l'habitude de manger leurs petits dès que ceux-ci sont malades. Lorsque les symptômes paralytiques ou spastiques atteignent une intensité maximum, les souriceaux sont retirés du nid.

Un premier lot d'animaux malades ou morts est fixé dans du liquide de Bouin alcoolique afin de permettre les préparations histologiques qui servent ensuite à l'identification des différentes lésions. Le second lot est dépouillé, éviscéré, puis broyé dans quelques ml de liquide de HANKS ; le liquide ainsi obtenu est ensuite utilisé pour le typage du virus isolé.

DEUXIEME PARTIE

LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS

Comme nous l'avons écrit dans l'introduction, notre travail porte sur l'étude des eaux d'égouts, de rivières et celles d'alimentation. Nous envisagerons successivement ces 3 catégories et pour chacune d'entre elles, nous décrirons les endroits où les échantillons ont été collectés pendant la 1ère année, puis pendant la 2ème année du travail.

I - Lieux de prélèvements dans les égouts

En ce qui concerne les égouts, il faut avant tout préciser que toutes les agglomérations retenues pour notre étude possèdent un réseau de type unitaire, c'est-à-dire que les égouts reçoivent à la fois les eaux usées et les eaux de ruissellement.

Les prélèvements réalisés lors de la première année ont été de deux types. Nous avons effectué, d'une part, des prélèvements systématiques tous les mois en des points fixes du réseau d'égouts des 5 villes : Nancy, Lunéville, Toul, Baccarat et Damelevières ; d'autre part, un très petit nombre de prélèvements, d'une façon non systématique, dans les égouts de la ville de Nancy, au cours de tentatives de nettoyage opérées par les services municipaux.

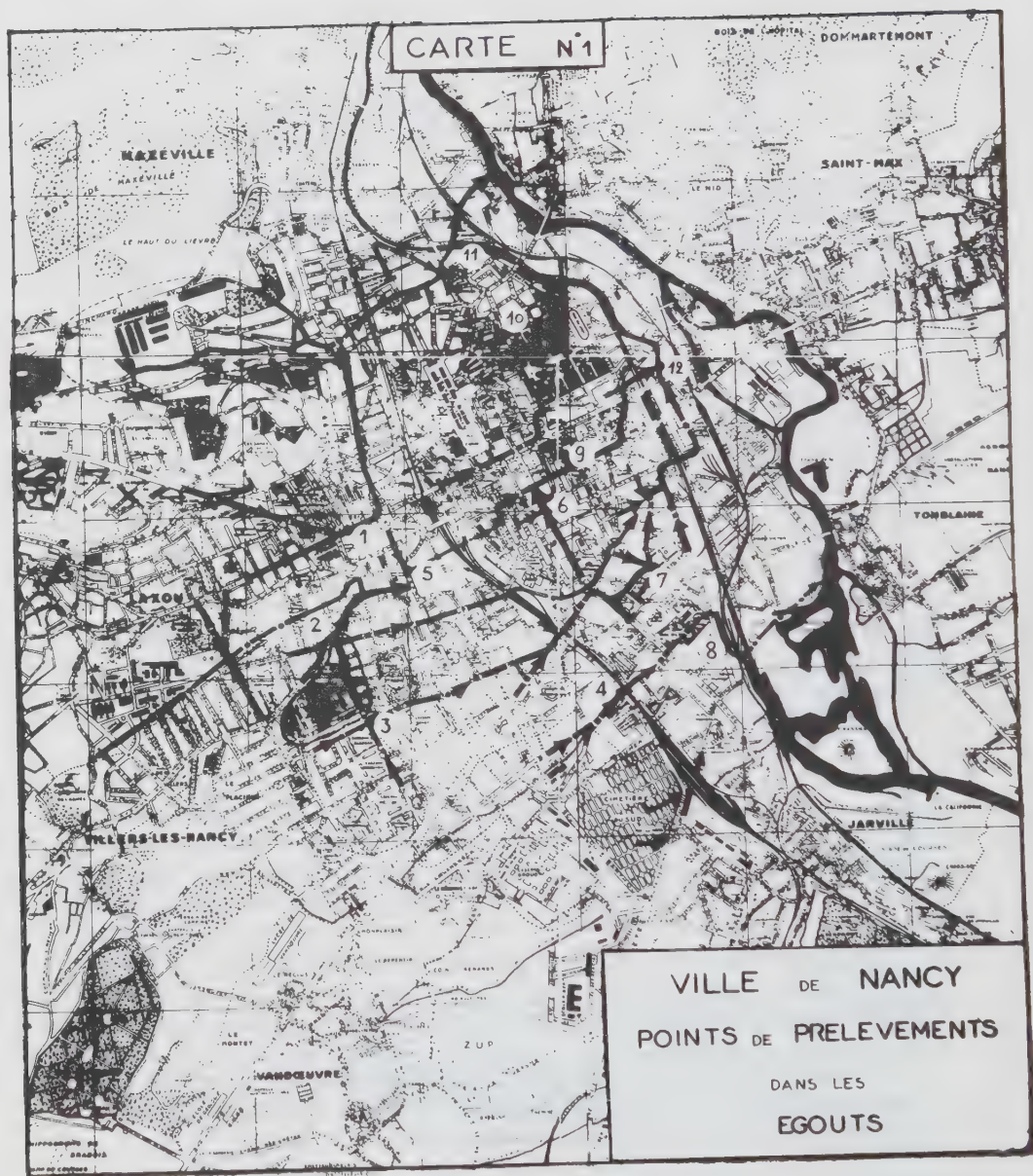
Durant la 2ème année, les prélèvements n'ont été effectués qu'à Toul. En effet, cette agglomération présente la particularité de posséder 2 systèmes d'égouts. Ceux à ciel ouvert et ceux classiques constitués par des conduites couvertes. Aussi avons nous pensé qu'une étude plus approfondie de ce type d'égouts permettrait d'apprécier les avantages et les inconvénients des 2 systèmes et, en particulier, l'influence d'agents extérieurs, tels que le soleil, sur les germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées.

A - Prélèvements effectués pendant la première année

Nous envisagerons ci-après successivement le cas des 5 villes citées en commençant par Nancy dont la population est la plus importante pour terminer par Damelevières, localité la moins peuplée.

1) NANCY

Comme nous pouvons le constater sur la carte n° 1, nous avons choisi 12 points de prélèvements qui permettent d'englober toute l'agglomération. En



effet, ces points sont représentatifs de certains secteurs ayant une population propre (casernes, hôpitaux) ou une situation particulière dans la ville.

Ces points sont les suivants :

Point n° 1 : Rue R. Poincaré

Cet égout collecte les eaux usées des quartiers de Santifontaine et de l'avenue Anatole France. Il présente l'avantage de recevoir les eaux de ruissellement du cimetière de Préville.

Point n° 2 : Place Paul Painlevé

Il a la particularité d'intéresser une partie du quartier comprenant la rue Félix-Faure, la rue Blandan et l'hôpital militaire Sédillot.

Point n° 3 : Rue du Sergent Blandan

Le collecteur reçoit essentiellement les eaux usées en provenance des casernes de la rue Blandan occupées par une partie de la garnison.

Point n° 4 : Rue de Nabécor

En cet endroit l'égout est constitué en fait par le ruisseau de Nabécor qui dessert, en plus d'un très gros quartier allant de Vandœuvre jusqu'au quai de la Bataille, les hôpitaux Fournier, Maringer et Villemain. Ce point présente un intérêt tout particulier car il permet l'investigation des effluents de 3 hôpitaux et en particulier de l'hôpital Maringer où sont traitées les maladies infectieuses et contagieuses.

Point n° 5 : Place de la Croix de Bourgogne

Il s'agit ici d'un important collecteur alimenté en partie par les ruisseaux de St Anne et de l'Asnée recevant les égouts de Laxou, de la cité des Provinces, (grand ensemble de 5 000 habitants) et d'une partie de la rue Jeanne d'Arc. De ce fait il correspond à une population très importante.

Point n° 6 : Rue St Dizier

L'égout situé dans cette importante artère centrale couvre un quartier dont le nombre d'habitants est relativement restreint puisque limité à une partie de la rue St Dizier, au marché et à ses alentours immédiats. La présence du marché dans ce secteur est d'un très grand intérêt par l'abondance et la diversité des produits qui en sont issus.

Point n° 7 : Rue Molitor

Ici l'égout intéressé représente les eaux usées en provenance non seulement de l'avenue du Général Leclerc, mais aussi celles issues des casernes que nous avons rencontrées au point n° 3. De plus, fait important, aux effluents provenant de ces diverses origines s'ajoutent ceux du Centre Hospitalo-Universitaire.

Point n° 8 : Boulevard Lobau

Ce point est situé sur le gros collecteur qui se déverse directement dans la Meurthe un peu en amont du pont d'Essey et est alimenté par les eaux du ruisseau de Nabécor déjà décrites au point n° 4 et par les eaux usées d'une partie du boulevard Lobau et de la Maternité départementale.

Point n° 9 : Rue Maurice Barrès

Ce point est caractéristique par le fait qu'il draine un quartier presque essentiellement composé d'administration, ne comprenant qu'un nombre réduit d'habitants.

Point n° 10 : Rue Grandville

Ce point est située dans le vieux-Nancy où les conditions d'hygiène collective sont encore relativement précaires et les habitations en majorité très vétustes.

Point n° 11 : Faubourg des 3 Maisons

Le collecteur situé en ce lieu est très important. En effet, il rassemble les eaux mentionnées au point n° 1, celles originaires du quartier des 3 Maisons, de tout le quartier de Boudonville et du très important ensemble du Haut-du-Lièvre qui constitue à lui seul une agglomération de 11 000 habitants.

Point n° 12

Il s'agit là du plus gros collecteur de l'agglomération nancéienne. Comme celui du point n° 8, il se jette directement dans la Meurthe, mais en aval du pont de Malzéville et il reçoit les eaux usées rencontrées aux points n° 2, 3, 5, 6, 7 et 9.

2) LUNEVILLE

A la lecture de la carte n° 2 on observe que 4 points de prélèvements ont été choisis.

Point n° 1 : Faubourg de Nancy

Ici est rassemblée la plus grande partie des eaux usées du quartier situé sur la rive droite de la Vezouze et englobant le cimetière. Ce point est assez important car le nombre d'habitants desservi est de 3 000.

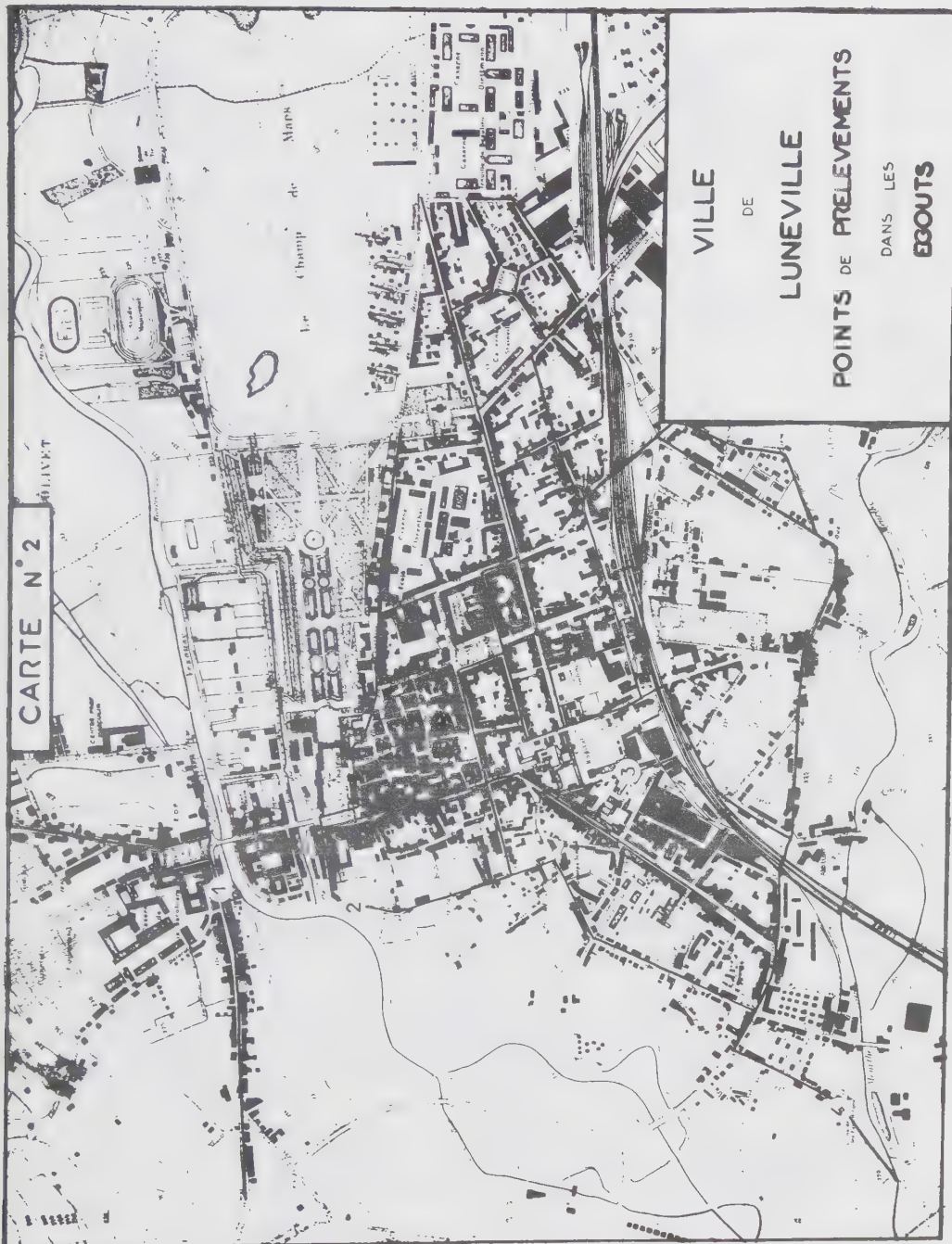
Point n° 2 : Rue de la Tour Blanche

Ici l'égout permet de recueillir les eaux usées issues des alentours immédiats du château, de la rue de Lorraine et de la caserne Clarenthal.

Point n° 3 : Rue de l'hôpital

Il présente la particularité d'être placé immédiatement à la sortie de l'hôpital et les prélèvements effectués permettent d'avoir une idée de la teneur

CARTE N° 2



VILLE

DE

LUNEVILLE

POINTS DE PRELEVEMENTS

DANS LES

EGOUTS

en germes des effluents de l'ensemble hospitalier.

Point n° 4 : Fosse à décantation

C'est une fosse à décantation dans laquelle se jettent avant leur rejet dans la Meurthe, les eaux d'égouts de l'agglomération lunévilloise (22 000 habitants), sauf celles provenant du quartier situé sur la rive droite de la Vezouze.

3) TOUL

Dans cette localité ont été choisis 4 points de prélèvements qui paraissent représenter chacun un aspect particulier. (carte n° 3).

Point n° 1

Il est situé derrière la scierie, à côté du port sur le canal de la Marne au Rhin. En cet endroit, l'égout qui est en réalité le ruisseau de l'Ingressin, reçoit toutes les eaux usées de Foug, d'Ecrouves et des casernes, ce qui représente une population d'environ 7 500 habitants.

Point n° 2

L'égout intéressé n'est représentatif que d'un très petit nombre d'habitants (environ 900) et rassemble les eaux usées du quartier de l'Arsenal. Il faut noter cependant que les eaux de ruissellement provenant du cimetière passent en ce point.

Point n° 3

Il est situé à l'arrivée à l'air libre de l'égout provenant de l'abattoir. En plus des eaux de cet établissement public, il reçoit les égouts du faubourg St Mansuy dont la population est d'environ 2 500 habitants.

Point n° 4

Il est placé quelques mètres avant que le collecteur rassemblant à peu près toutes les eaux usées de Toul ne se jette dans la Moselle. En cet endroit les effluents correspondent à une population de 18 000 habitants.

Il convient de rappeler que ce réseau d'égouts est à ciel ouvert dans sa portion terminale et que, sur une longueur de 250 mètres, il est constitué par un chenal de deux mètres de large et de 40 cm de profondeur dans lequel l'eau circule à l'air libre.

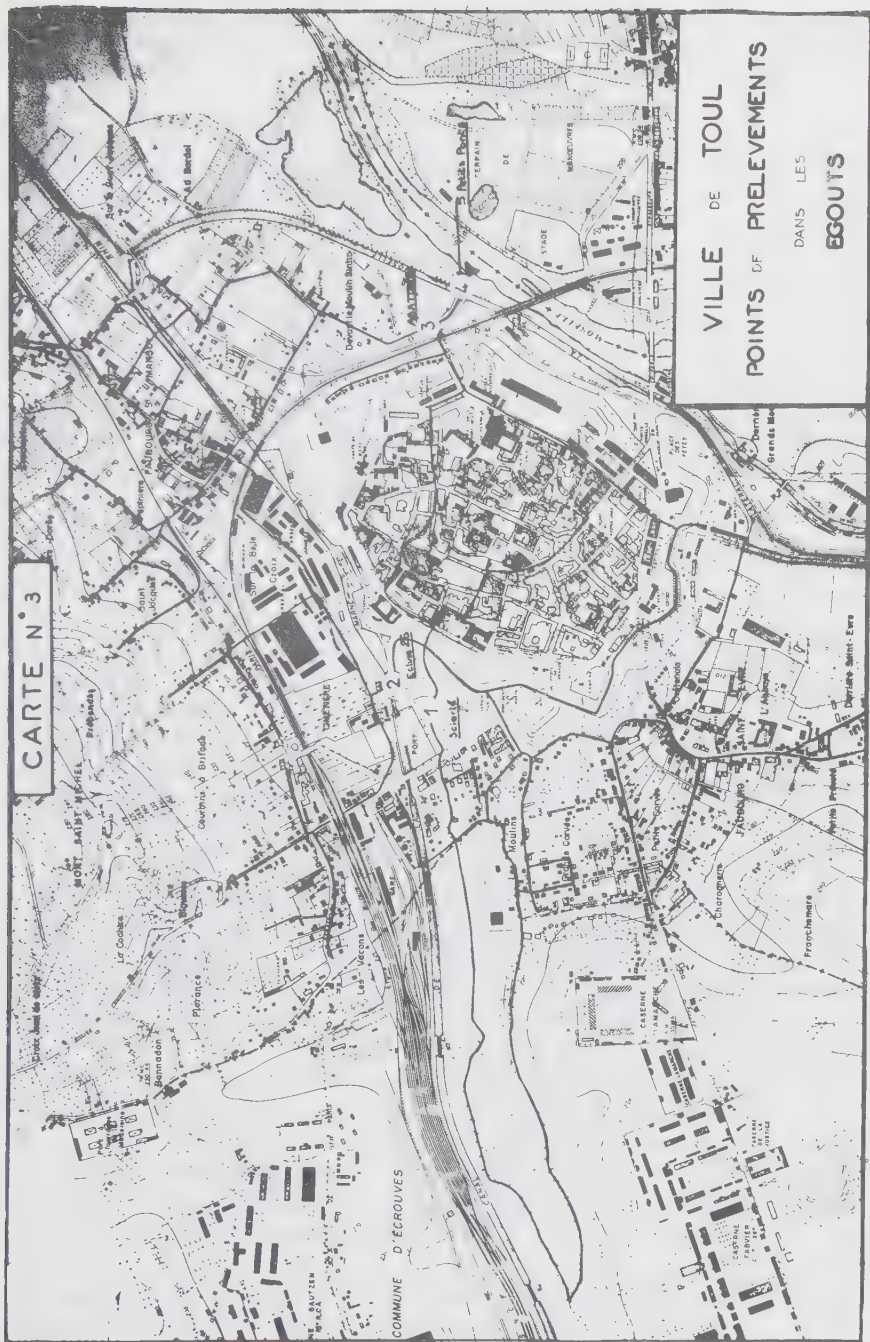
4) BACCARAT

3 points ont été choisis dans cette localité. (carte n° 4).

Point n° 1

En ce lieu l'égout se jette dans la Meurthe en amont du barrage ; il rassemble les eaux issues de la partie de la ville située à l'est de la cristallerie

VILLE DE TOUL
POINTS DE PRELEVEMENTS
DANS LES
EGOUTS



sur la rive droite de la Meurthe. La population y est d'environ un millier d'habitants.

Point n° 2 : Rue de la Grande Carre

En ce point, il s'agit des eaux usées des quartiers situés sur la rive droite de la Meurthe, représentant à peu près 550 habitants.

Point n° 3 : L'Abattoir

Lieu de prélèvement le plus important du point de vue du nombre des habitants, il est situé à la sortie de l'abattoir et est constitué par un ruisseau qui reçoit non seulement les égouts de la rive gauche de la Meurthe, mais aussi ceux de Deneuvre, commune voisine de Baccarat. De plus, il faut noter que, à une faible distance en amont, les eaux issues de l'abattoir, se mêlent à celles du ruisseau-égout. On peut estimer à environ 2 300 le nombre d'habitants desservis par ce collecteur.

5) DAMELEVIERES

Dans cette localité des prélèvements ont été effectués en 3 points .
(carte n° 5).

Point n° 1

A la sortie de l'égout collecteur de Blainville.

Point n° 2

A la sortie d'un collecteur de la commune desservant environ 900 habitants qui déverse ses eaux usées dans un ruisseau.

Point n° 3

Sur le même ruisseau à quelques mètres en amont de son rejet dans la Meurthe. Ce ruisseau peut être considéré comme le collecteur global de l'agglomération puisqu'il reçoit, en plus des eaux usées déjà étudiées au point n° 1, celles issues de différents égouts particuliers et correspondant à une population d'environ 2 500 habitants.

A la suite de l'énumération des différents points de prélèvements retenus, il est permis de constater que :

1) les analyses ont porté sur un même type d'égouts qui est le système unitaire, ce qui nous amènera à envisager le problème des facteurs de dilution des eaux usées par les eaux de ruissellement.

2) les prélèvements portent sur les eaux usées correspondant à des populations de densité extrêmement variable.

3) les eaux usées de 4 des 5 villes envisagées sont rejetées dans la même rivière : la Meurthe. Seule la ville de Toul fait exception en les déversant dans la Moselle.

B - Prélèvements effectués pendant la 2ème année

Comme nous l'avons exposé au début de ce chapitre, la présence simultanée dans la ville de Toul d'égouts à ciel ouvert et d'égouts classiques nous a incité à poursuivre nos investigations pendant la 2ème année en insistant sur les prélèvements réalisés dans la partie " ciel ouvert " du réseau.

Nous avons donc conservé les 4 points mentionnés précédemment auxquels nous avons ajouté un 5ème situé sur le cours du collecteur à ciel ouvert entre le lieu de rejet de l'égout de l'abattoir et le lieu dit " les 3 petits ponts ".

II - Lieux de prélèvements dans les rivières

Comme pour les égouts, l'étude de l'eau des rivières s'est poursuivie pendant 2 années.

Durant la 1ère année, simultanément aux analyses d'eaux usées précédemment rapportées, furent effectuées des analyses d'eaux de rivières de chacune des villes intéressées. En effet, toutes ces localités rejettent les effluents d'eaux usées sans traitement préalable dans les rivières qui les traversent et il a paru intéressant de comparer les résultats des examens effectués dans le réseau d'égouts urbains et dans les eaux de rivières. Nous avons ainsi été amené à étudier les eaux de la Meurthe et de la Moselle.

Pendant la 2ème année, au contraire, cette étude a été limitée à la Meurthe en 2 points de son cours situés à Lunéville et Nancy. Elle a eu pour objet de multiplier les prélèvements afin d'envisager d'une manière plus précise le devenir des entérovirus et autres germes pathogènes dans les eaux de rivières où se déversent les égouts et, éventuellement dans la mesure du possible, d'en tirer des conclusions statistiquement valables.

A - Prélèvements effectués pendant la 1ère année

Les échantillons ont été collectés, d'une part, dans la Moselle à Toul et dans la Meurthe en amont et en aval des villes de Baccarat, Lunéville, Damelevières et Nancy. Nous décrirons ici les détails concernant la localisation de chaque point, en commençant par ceux situés sur le cours de la Meurthe.

1) BACCARAT

Dans cette localité des prélèvements ont été effectués en 3 points dont

la situation répond au schéma suivant :

- **Le point Am** est situé à 100 mètres en amont du barrage placé sur le cours de la Meurthe à l'entrée de la ville.

- **Le point Av1** est placé à 40 mètres en aval du lieu où se jette le dernier égout de l'agglomération, en l'occurrence celui qui provient des casernes. Il faut cependant noter que la plus grande partie des eaux usées de Baccarat est déversée dans la rivière à plus de 800 mètres en amont de celui-ci.

- **Le point Av2** est situé à 150 mètres en aval du point précédent.

2) LUNEVILLE

Trois points de prélèvements ont été choisis sur le cours de la Meurthe au niveau de cette agglomération.

- **Le point Am** présente la particularité de ne pas être exactement sur le cours de la rivière. En effet, il se trouve sur le canal de dérivation permettant l'arrivée de l'eau de Meurthe jusqu'à l'usine de traitement des eaux qui alimente cette ville en eau potable. Les prélèvements effectués à l'entrée de cette usine permettent d'obtenir un reflet de la pollution de la rivière avant son passage à travers l'agglomération lunévilloise, équivalent à celui obtenu en pratiquant le prélèvement sur le cours même de la Meurthe.

- **Le point Av1** est placé à 50 mètres en aval du lieu où les eaux issues du gros égout collecteur se mêlent à celles de la rivière.

- **Le point Av2** se trouve à une distance de 350 mètres en aval du point Av1 et avant le confluent de la Vezouze et de la Meurthe.

3) DAMELEVIÈRES

Les prélèvements ont ici été effectués au niveau des 3 points suivants.

- **Le point Am** est placé à environ 150 mètres en amont du lieu où se jette le ruisseau qui collecte toutes les eaux usées de la commune, les prélèvements effectués en ce lieu représentant l'état de la rivière avant la pollution. Cependant il est bon de noter que ce point est situé à environ 1 500 mètres de l'endroit où les égouts de Blainville, cité jumelle de Damelevières, débouchent dans la Meurthe.

- **Le point Av1** est situé à 50 mètres en aval du confluent du ruisseau égout et de la Meurthe.

- **Le point Av2** est placé à 600 mètres en aval du point Av1.

4) NANCY

Au niveau de cette agglomération nous avons renoncé à faire des prélèvements en amont. Il est, en effet, difficile de comparer l'amont et l'aval étant donné l'importance et le nombre des localités qui déversent leurs eaux usées dans la Meurthe en amont de Nancy. Nous avons donc choisi 4 points de prélèvements, uniquement dans la partie aval de la rivière.

- **Le point Av1** est situé à 1 000 mètres en aval du lieu où se jette le grand égout collecteur de Nancy. Il présente la particularité d'être placé à 80 mètres en amont des égouts de Maxéville.

- **Le point Av2** se place à 100 mètres en aval du dernier égout de Maxéville et à environ 500 mètres du point Av1.

- **Le point Av3** se trouve à 400 mètres de Av2, soit à 500 mètres du lieu de rejet des dernières eaux usées de Maxéville.

- **Le point Av4** enfin est situé à 1 000 mètres du point où débouche le dernier égout de Maxéville.

Après avoir décrit les lieux de prélèvements situés tout au long du cours de la Meurthe, nous envisagerons le cas de ceux situés sur la Moselle. Sur cette rivière, les échantillons furent prélevés uniquement au niveau de la ville de Toul.

5) TOUL

Dans cette localité, nous avons analysé les eaux de la Moselle en 5 endroits différents.

- **Le point Am** est situé en amont de la ville.

- **Le point Av1** se place à 50 mètres en aval du lieu dit "les 3 petits ponts" où le collecteur général des égouts de l'agglomération déverse ses eaux usées dans la rivières.

- **Le point Av2** se trouve à 500 mètres en aval des "3 petits ponts".

- **Le point Av3** se situe à 1 000 mètres en aval du point de rejet des égouts.

- **Le point Av4** qui représente le dernier lieu de prélèvement est placé à 1 000 mètres en aval du point Av3.

B - Prélèvements effectués pendant la 2ème année

Comme nous l'avons écrit précédemment, ces prélèvements furent effectués uniquement sur le cours de la Meurthe au niveau de Lunéville et de Nancy.

1) LUNEVILLE

Les points de prélèvements et les profondeurs auxquelles les échantillonnages ont été effectués sont les mêmes que lors de la 1ère année avec, cependant, les 2 modifications suivantes :

a) les prélèvements ont été doublés en chaque endroit, l'un effectué sur la partie droite du cours de la rivière, l'autre sur la partie gauche. Ces points sont désignés respectivement par le signe : Am ou Av pour ceux situés à droite et Am' ou Av' pour ceux placés sur la partie gauche du cours d'eau.

b) Deux prélèvements supplémentaires ont été pratiqués au niveau de la sortie du collecteur. Le premier situé sur la droite juste dans le flot d'eaux usées, est dénommé CO1. Le deuxième placé à la même hauteur, mais sur la gauche de la rivière, est appelé CO2.

Ces différents points ainsi obtenus sont portés sur le schéma n° 6.

2) NANCY

Dans cette ville, l'attitude adoptée a été très différente de celle de la 1ère année. Les échantillonnages n'ont porté que sur une partie restreinte de la rivière représentant théoriquement le lieu de plus grande pollution.

Ainsi avons nous choisi de travailler de part et d'autre de l'endroit où le gros égout collecteur de Nancy mêle ses eaux à celles de la Meurthe.

De plus, nous avons multiplié les points de prélèvements. Ceux-ci sont indiqués sur le schéma n° 7 et se répartissent de la façon suivante :

- **Les points N1a et N1b** sont situés en amont du collecteur, à 10 mètres de la rive, respectivement à droite et à gauche en descendant le cours de la rivière et à une profondeur de 0, 50 m.

- **Les points N2a, N2b, N2c** sont placés, le premier (N2a) à droite, le deuxième (N2b) à égale distance des 2 berges. le troisième enfin (N2c) à gauche à 30 mètres en aval du lieu de rejet des égouts. La profondeur d'échantillonnage est identique dans les 3 cas et fixée à 0, 50 m. Les eaux usées se déversant à partir de la rive gauche, il faut remarquer qu'au point N2c la pollution est la plus forte, qu'au point N2b elle est encore importante car le courant des eaux usées y est très violent et qu'enfin au point N2a elle est pratiquement nulle.

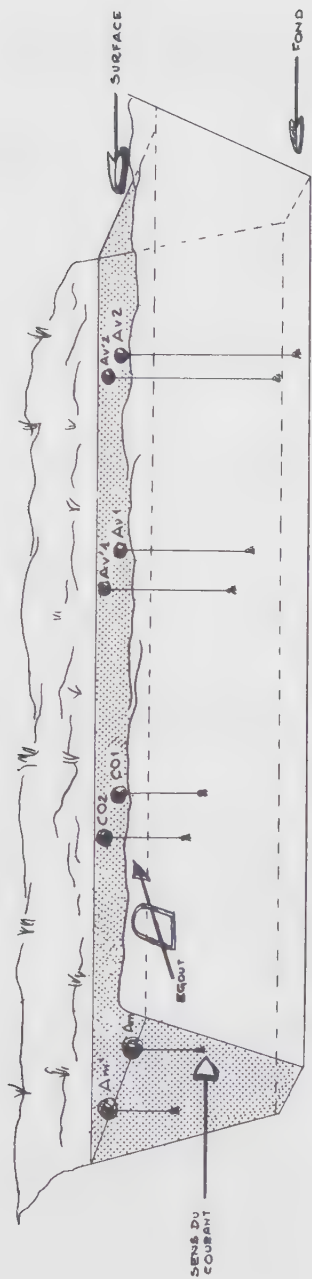


Schéma n°6

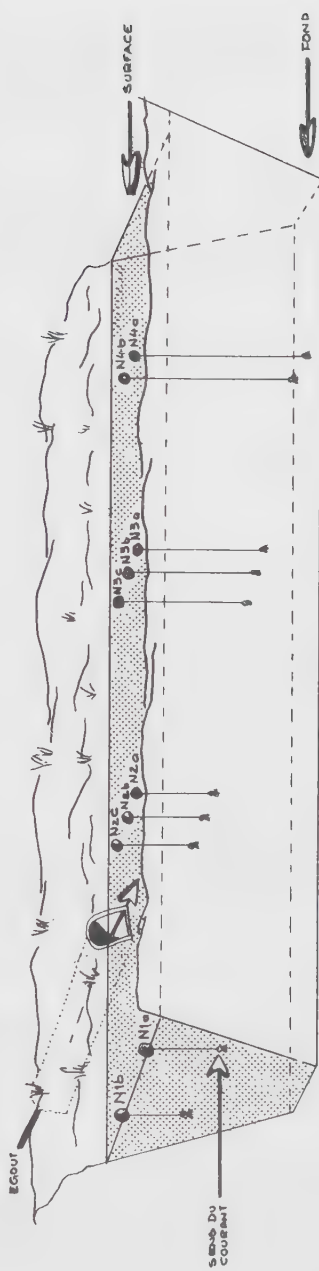


Schéma n°7

- **Les points N3a, N3b et N3c** sont à une distance de 150 mètres du collecteur, leur répartition est identique à celle décrite précédemment. N3a est situé à droite, N3b au milieu de la rivière et N3c sur la rive gauche. Les prélèvements y ont été effectués à une profondeur de 1 mètre.

- **Les points N4a et N4b** sont placés respectivement à 15 mètres de la rive droite (N4a) et de la rive gauche (N4b) et à 500 mètres du lieu de rejet des égouts. La profondeur des prélèvements est telle que les tampons de gaze sont en contact avec le fond de la rivière.

Il faut d'autre part noter que sur chaque rive se déverse un certain nombre de petits égouts desservant un faible nombre d'habitations particulières.

III - Lieux de prélèvements d'eaux d'alimentation

Les eaux d'alimentation que nous avons analysées lors de notre travail peuvent être rangées dans 2 catégories bien distinctes.

Le 1er groupe comprend celles qui ont pour origine les eaux de surface et en particulier les rivières. C'est le cas des eaux qui servent à l'alimentation des villes de Lunéville et de Nancy pour lesquelles l'eau brute est puisée respectivement dans la Meurthe et dans la Moselle.

Le 2ème groupe est composé uniquement d'eaux de source qui ont été analysées dans un certain nombre de stations thermales et de villes vosgiennes.

En ce qui concerne le 1er groupe, notre investigation a porté sur les 2 villes de Lunéville et de Nancy. En effet, l'origine de l'eau et le système d'épuration employé sont différents pour chacune d'entre elles.

A Lunéville l'eau brute est prélevée dans la Meurthe et le traitement est basée sur diverses filtrations suivies d'une chloration.

A Nancy, au contraire, l'eau provient de la Moselle où après avoir traversé une galerie filtrante, elle est épurée par floculation, filtration et finalement ozonisation.

Nous y avons adjoint un certain nombre d'échantillons qui nous ont été envoyés aux fins d'analyse par un laboratoire étranger. Ces prélèvements ont été effectués dans le réseau de distribution de villes qui utilisent pour la stérilisation des eaux l'ozone ou le chlore.

Comme pour les analyses réalisées dans les égouts et sur les eaux de rivières, notre travail a été réparti sur 2 années.

Pendant la 1ère année, nous avons effectué des prélèvements :

- d'une part, pour ce qui est des eaux qui ont pour origine les rivières, dans les usines de traitement des eaux de Lunéville et Nancy.

- d'autre part, en ce qui concerne les eaux de source, dans diverses villes et stations thermales vosgiennes.

Au cours de la 2ème année, les échantillons n'ont été collectés que dans l'usine de traitement de Lunéville.

A - Prélèvements effectués pendant la 1ère année

Eaux d'alimentation issues des rivières

Nous allons décrire dans le cadre de chacune des deux villes de Nancy et Lunéville le principe et la technique d'épuration employés, et les points où les échantillons ont été prélevés.

1) LUNEVILLE

Technique de traitement

L'eau brute arrive jusqu'à l'usine des eaux par un canal de dérivation branché sur la Meurthe en amont de l'agglomération lunévilloise. Elle subit ensuite une filtration qui s'effectue par passage successif à travers 3 types de filtres dont nous allons étudier sommairement la constitution.

Filtres dégrossisseurs

Ils comprennent une série de bassins remplis de graviers de grosseur décroissante variant entre celle d'un œuf de pigeon dans le premier bassin et celle d'un grain de maïs dans le dernier. Ces filtres ont pour but de retenir les matières organiques en suspension.

Préfiltres

Dans ce cas la couche filtrante est constituée par une épaisseur de 0,60 m de sable de 0 à 5 mm de diamètre. Cette couche est supportée par des dalles poreuses formant drainage. Ces préfiltres ont pour principal but de clarifier l'eau.

Filtres finisseurs

Dans ces filtres l'eau circule de haut en bas à travers une couche de sable de 0 à 5 mm de diamètre et dont l'épaisseur est de 1 mètre. Dans ce processus de filtration, les matières organiques et les germes se fixent sur les parois des grains de sable. Ainsi il se développe dans les premiers centimètres du

filtre, une sorte de second filtre à pores plus petits que l'on appelle membrane biologique. C'est dans cette membrane que, sous l'influence, d'une part de la concurrence vitale très active, d'autre part de phénomène d'oxydation, les microbes pathogènes disparaissent.

L'eau est ainsi prête à subir la dernière opération du traitement qui consiste en une chloration.

Chloration

Celle-ci s'effectue par addition d'une solution d'eau de javel. Son titre est tel que la dose de chlore introduite par un mélangeur soit comprise entre 0,1 et 0,5 mg par litre.

Points de prélèvements

Les prélèvements ont été réalisés en 4 points de l'usine de traitement.

Point n° 1

Les prélèvements y ont été effectués à une profondeur de 0,50 m sur le canal d'arrivée de l'eau brute à l'usine.

Point n° 2

A la sortie des préfiltres.

Point n° 3

Au niveau de la conduite qui transporte l'eau filtrée jusqu'aux installations de chloration.

Point n° 4

Dans le réservoir de stockage de l'eau après chloration et avant la distribution dans le réseau. Il constitue notre dernier lieu de prélèvement.

2) NANCY

Technique de traitement

L'eau utilisée est prélevée dans la Moselle à Messein. Elle subit une première filtration en traversant des filtres à cailloux placés entre la Moselle et une galerie captante. Elle est ensuite pompée et refoulée dans un aqueduc de 11 km de long qui l'amène jusqu'à l'usine de traitement St Charles à Nancy où elle va traverser les installations épuratrices suivantes :

Bassins de coagulation et décantation

Dans ces bassins d'une capacité de 10 000 m³, l'eau brute est additionnée d'une solution de sulfate d'alumine qui permet la précipitation de toutes les

particules en suspension par l'obtention d'un "floc". L'eau ainsi obtenue est dirigée sur les préfiltres.

Préfiltres

Les préfiltres dégrossisseurs sont constitués par une couche de graviers concassés de 0, 30 mètre d'épaisseur supportée par une toile métallique à mailles très fines reposant sur un caillebotis en béton armé. A la sortie l'eau s'écoule dans un canal qui la conduit jusqu'aux filtres.

Filtres

Les bassins filtrants ont 76 mètres de longueur sur 11 mètres de largeur. La couche filtrante qui repose sur une dalle perforée, est formée d'une assise de cailloux recouverte d'une couche de sable fin dont les grains ont un diamètre de 0 à 6 mm.

L'eau traverse ces filtres de haut en bas et est envoyée ensuite à la station d'ozonisation.

Ozoniseurs

L'ozone, oxydant très énergique dont les propriétés microbicides sont très actives, est obtenu par production d'effluves au moyen d'électrodes séparées par des éléments diélectriques. L'air sec est envoyé dans l'espace diélectrique où il s'ozonise. Ainsi ozonisé, il est mélangé à l'eau filtrée dans l'émulseur qui assure le brassage intime de l'eau et des bulles d'air ozonisé de façon à ce qu'il y ait 1 à 1, 5 g d'ozone par m³ d'eau. Le mélange obtenu est ensuite déversé en cascade dans un désaturateur, les différentes chutes permettant à l'excès d'ozone non dissous de s'échapper. L'eau ainsi obtenue est prête à être distribuée dans le réseau d'alimentation de l'agglomération nancéienne.

Points de prélèvements

Les prélèvements ont été effectués, comme à Lunéville, en 4 points correspondant à différentes phases de l'épuration.

Point n° 1

Sur la conduite qui amène l'eau brute de la Moselle jusqu'aux bassins de coagulation et décantation.

Point n° 2

A la sortie des bassins de décantation après que l'eau ait été traitée par le sulfate d'alumine.

Point n° 3

Au niveau du canal qui recueille l'eau issue des bassins de filtration.

Point n° 4

Ce dernier lieu de prélèvement se trouve au niveau de la cascade qui conduit au désaturateur.

Eaux de source

En ce qui concerne les analyses effectuées sur les eaux de source, les prélèvements ont toujours été pratiqués soit dans des chambres de captage, soit au griffon des sources.

B - Prélèvements effectués pendant la 2ème année

Pendant cette période, seules les eaux de Lunéville ont été analysées. En effet, cette étude a pu être couplée de façon intéressante avec celle poursuivie parallèlement sur le cours de la Meurthe en amont et en aval de la station d'épuration.

Les points de prélèvements ont été identiques à ceux utilisés lors de la 1ère année. Cependant le point n° 1, situé sur le canal d'arrivée de l'eau de Meurthe à l'usine d'épuration, fut dédoublé en un point N1a situé sur la partie droite du canal et un point N1b situé sur la partie gauche de ce même canal.

TROISIEME PARTIE

RESULTATS QUANTITATIFS

Les résultats de nos divers prélèvements seront envisagés en 3 chapitres, intéressant successivement : les eaux d'égouts, les eaux de rivières et les eaux d'alimentation qui correspondront à tous les prélèvements effectués, d'une part, à l'intérieur des usines de traitement des eaux, d'autre part, dans les réseaux de distribution d'eau potable ou au griffon de certaines sources.

Chaque chapitre sera lui-même subdivisé en deux parties, l'une concernant les échantillons étudiés pendant la 1ère année de travail, l'autre, ceux examinés au cours de la 2ème année. Dans chaque partie seront rassemblés les résultats obtenus pour chaque localité et concernant la recherche :

- a) des salmonelles
- b) des bactériophages
- c) des entérovirus

Pour chaque germe et pour chaque année, les résultats seront donnés sur un tableau en fonction du lieu de prélèvement (colonnes verticales) et de mois (colonnes horizontales) au cours duquel ce dernier a été effectué ; chaque colonne sera subdivisée pour exprimer les résultats positifs par rapport aux prélèvements réalisés.

Les trois dernières colonnes verticales et horizontales donnent une récapitulation de ces valeurs et fournissent successivement :

- le nombre de prélèvements effectués
- le nombre de prélèvements positifs
- le nombre de prélèvements positifs exprimé en pourcentage

De ce fait, ces colonnes permettent d'envisager ces trois éléments

- dans le sens vertical pour chaque mois
- dans le sens horizontal pour chaque point de prélèvement

Enfin la récapitulation globale de ces résultats apparaît à l'intersection des 3 dernières colonnes horizontales et verticales dans l'angle inférieur droit du tableau sous forme de 3 nombres qui représentent donc :

- . le nombre total de prélèvements effectués
- . le nombre total de prélèvements positifs
- . le nombre total de prélèvements positifs exprimé en pourcentage

I - Résultats quantitatifs des eaux d'égouts

Comme il l'a été indiqué dans le chapitre précédent, nous envisagerons successivement les résultats des prélèvements effectués pendant la 1ère année puis ceux relatifs aux échantillons collectés durant la 2ème année.

A - 1ère année

Il convient de rappeler que les résultats ci-dessous concernent, d'une part les prélèvements réalisés systématiquement à l'intérieur des réseaux d'égouts urbains, d'autre part ceux effectués d'une façon non systématique lors des opérations de nettoyage de certains égouts de Nancy.

1) Prélèvements systématiques

Si pour les salmonelles et les entérovirus, la recherche a été effectuée toute l'année, elle n'a pu être réalisée que pendant une période qui va de mai à septembre pour les bactériophages.

NANCY

a) SALMONELLES

Tableau n° 1

Sur 106 prélèvements effectués, 7 se révélèrent positifs soit un pourcentage de 6, 6 %.

Bien qu'on ne puisse pas tirer de conclusion de ces chiffres faibles, on peut cependant observer que le maximum de positivité se situe au mois de mars et qu'on rencontre le même nombre de positifs aux points n° 4 et n° 8. A ce sujet on pourrait penser, étant donné que l'on retrouve au point n° 8 les eaux déjà analysées au point n° 4, que les résultats sont superposables pour une période donnée. En fait à l'exception de mars, les mois d'isolement (décembre, mars et juin pour le point n° 4 et octobre, novembre et mars pour le point n° 8) ne coïncident pas.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 2

Les 47 prélèvements effectués ont donné un résultat positif dans la proportion de 95, 7 %. Tous les points de prélèvements où les échantillons ont été collectés, montrent des taux de 100 % sauf les points n° 4 et n° 5 où le taux est de 80 % et 1 et 7 où le taux est nul.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 3

Sur 106 prélèvements réalisés, 48 se sont révélés positifs, soit le pourcentage notable de 45, 2 %

TABLEAU N° 1
RECHERCHE DES SALMONELLA
ÉGOUTS DE NANCY
1^{ère} ANNÉE

PRELEVEMENTS AU	LIEUX DE PRELEVEMENTS														RÉSULTATS TOTAUX MENSUELS		
	POINT N° 1	POINT N° 2	POINT N° 3	POINT N° 4	POINT N° 5	POINT N° 6	NOMBRE DE PRELEVEMENTS		POINT N° 7	POINT N° 8	POINT N° 9	POINT N° 10	POINT N° 11	POINT N° 12	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Effectifs	Positifs	Positifs
JANVIER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEBRIER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVRIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUILLET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AOUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEPTEMBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NOMBRE TOTAL DE PRÉLEVEMENTS EFFECTUÉS	7	11	10	11	9	4	10	9	11	11	11	11	11	11	106	7	11,1
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	10	0	0
POSITIFS	0	0	0	30	0	3	0	30	3	0	9	0	9	0	106	7	11,1

TABEAU N° II
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
EGOUTS DE NANCY
1ère ANNÉE

PRELEVEMENTS AU MOIS		LIEUX DE PRELEVEMENTS																RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
		POINT N° 1	POINT N° 2	POINT N° 3	POINT N° 4	POINT N° 5	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						POINT N° 11	POINT N° 12	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS				
							POINT N° 6		POINT N° 7		POINT N° 8				POINT N° 9			POINT N° 10		Effectués	Positifs
							Eliac.	Positiv.	Eliac.	Positiv.	Eliac.	Positiv.			Eliac.	Positiv.		Eliac.	Positiv.		
10 OCTOBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
4 AVRIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
MAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
JUILLET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
AOUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
SEPTEMBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	0	3	5	5	5	4	0	5	5	5	5	5	5	5	47	45	95, 7				
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	0	3	5	4	4	4	0	5	5	5	5	5	5	5	45	45	95, 7				
POSITIFS	0	100	100	80	80	80	100	0	100	100	100	100	100	100	45	45	95, 7				

Au point de vue mensuel, les taux de positivité sont les plus faibles pendant une période allant de décembre à mai. Ils sont les plus élevés entre juin et novembre où les mois à positivité la plus élevée sont respectivement juin (88,8 %) août (87,5 %) et novembre (72,7 %).

En ce qui concerne les lieux de prélèvements, on peut noter qu'il existe des résultats sensiblement comparables aux points n° 3 (54,5 %), n° 5 (45,4 %), n° 6 (55,5 %), n° 8 (50 %), n° 9 (55,5 %) et n° 10 (54,5 %). On note un maximum au point n° 11 (72,7 %) et un minimum au point n° 4 (20 %).

En résumé on constate :

- 1) sur le plan global, le taux de positivité de 45,2 %
- 2) sur le plan mensuel, les pourcentages les plus importants durant la période estivo-hivernale.
- 3) sur le plan de la localisation, la constance de la présence d'entérovirus dans la totalité du réseau d'égout.

LUNEVILLE

a) SALMONELLES

Aucun des 29 prélèvements effectués n'a donné de résultat positif.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 4

Les 16 échantillons analysés contenaient tous des phages.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 5

La lecture de ce tableau permet de constater que sur 29 prélèvements, 13 renfermaient des entérovirus, soit un pourcentage de 44,8 %.

Sur le plan mensuel, et bien que les prélèvements n'aient pu être effectués en certains mois de l'année (octobre, décembre, février), on peut constater que les taux de positivité sont les plus importants pour les mois de mai et juin (50 %), d'août (100 %) et de novembre (75 %).

Sur le plan de la localisation, on remarque le taux de positivité particulièrement important au point n° 1 (85,7 %).

Dans les égouts de Lunéville nous pouvons constater l'absence totale de salmonelles et la présence des phages dans la totalité des échantillons. Quant aux entérovirus, sur le plan global, leur taux de positivité est important (44,8 %) ; sur le plan saisonnier, il persiste, malgré le caractère incomplet des recherches, un maximum estivo-automnal ; sur le plan local, leur présence est constante dans le réseau, en dépit de l'extrême variabilité des taux de positivité selon les points de prélèvements.

TABLEAU N° 1
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
EGOUTS DE LUNEVILLE

1ère ANNEE

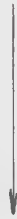
LIEUX DE PRELEVEMENTS									RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectués	Positifs	
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0		0
A AVRIL		0		0		0		0		0	
MAI	1		1		1		1		4		100
		1		1		1		1		4	
JUIN	1		1		1		1		4		100
		1		1		1		1		4	
JUILLET	0		1		0		1		2		100
		0		1		0		1		2	
AOÛT	1		1		0		1		3		100
		1		1		0		1		3	
SEPTEMBRE	1		1		1		0		3		100
		1		1		1		0		3	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	4		5		3		4		16		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		4		5		3		4		16	
POSITIFS %	100		100		100		100				

TABLEAU N V
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS
EGOUTS DE LUNEVILLE

1^{ere} ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS								RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectues	Positifs	
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
OCTOBRE	0		0		0		0		6		0
		0		0		0		0		0	
NOVEMBRE	1		1		1		1		4		75
		1		1		0		1		3	
DECEMBRE	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
JANVIER	0		0		1		1		2		0
		0		0		0		0		0	
FEVRIER	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
MARS	1		1		0		1		3		33, 3
		1		0		0		0		1	
AVRIL	1		1		1		1		4		25
		0		1		0		0		1	
MAI	1		1		1		1		4		50
		1		0		1		0		2	
JUIN	1		1		1		1		4		50
		1		0		0		1		2	
JUILLET	0		1		0		1		2		0
		0		0		0		0		0	
AOUT	1		1		0		1		3		100
		1		1		0		1		3	
SEPTEMBRE	1		1		1		0		3		33, 3
		1		0		0		0		1	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	7		8		6		8		29		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		6		3		1		3		13	
POSITIFS		85, 7		37, 5		16, 6		37, 5			44, 8

TOUL

a) SALMONELLES

Aucun des 27 échantillons collectés n'a révélé la présence de ces germes.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 6

Tous les prélèvements analysés ont été positifs.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 7

Sur les 27 prélèvements réalisés, 10 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 37 %.

Sur le plan mensuel, on note un maximum de positivité en juillet (75 %), août (50 %), septembre (100 %) et novembre (50 %). Sur le plan des lieux de prélèvements, la fréquence d'isolement apparaît plus grande aux points n° 3 (42, 8 %) et n° 4 (50 %).

On remarque encore ici l'absence de salmonelles, la présence de phages dans tous les prélèvements et en ce qui concerne les entérovirus une positivité notable de 37 %, une persistance de pourcentages élevés de résultats positifs pendant la période estivo-automnale avec des maxima en juillet et septembre et enfin leur présence continuelle sur tout le réseau avec un maximum dans le collecteur global.

BACCARAT

a) SAMONELLES

Aucun des 24 prélèvements ne s'est révélé positif.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 8

Les 13 échantillons analysés contenaient tous des phages.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 9

Sur les 24 prélèvements, 7 ont permis l'isolement d'entérovirus, soit 29, 1 %.

En plus de l'absence de salmonelles et de la présence des phages à un taux de 100 %, il convient de souligner, en ce qui concerne les entérovirus que le taux de positivité, quoiqu'atteignant 29, 1 %, est nettement inférieur à celui trouvé dans le réseau d'égout des autres localités. Il ne semble pas y avoir d'incidence saisonnière, sauf peut-être au mois de novembre, où l'on observe un pic de 100 % de positifs. De plus, il apparaît que les entérovirus sont présents d'une façon constante dans le réseau.

TABLEAU N° VI
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
EGOUTS DE TOUL
1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS									RESULTATS TOTAUX MENSUELS											
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N 3		POINT N 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS									
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectues	Positifs										
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs												
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0		0									
A MAI		0		0		0		0		0										
JUIN	1		1		1		1		4		100									
		1		1		1		1		4										
JUILLET	1		1		1		1		4		100									
		1		1		1		1		4										
AOUT	1		1		1		1		4		100									
		1		1		1		1		4										
SEPTEMBRE	0		1		0		1		2		100									
		0		1		0		1		2										
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES									3		4		3		4		14		↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS										3		4		3		4	→	14		
POSITIFS %									100		100		100		100		→			100

TABLEAU N° VII
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

EGOUTS DE TOUL

1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS								RESULTATS TOTAUX MENSUELS											
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS								
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectues	Positifs									
	Env.	P. M.	Env.	P. M.	Env.	P. M.	Env.	P. M.											
OCTOBRE	0		0		0		0		0		0								
		0		0		0		0		0									
NOVEMBRE	1		1		1		1		4		50								
		0		1		1		0		2									
DECEMBRE	0		0		0		0		0		0								
		0		0		0		0		0									
JANVIER	0		1		1		0		2		0								
		0		0		0		0		0									
FEVRIER	0		0		0		0		0		0								
		0		0		0		0		0									
MARS	1		1		1		0		3		0								
		0		0		0		0		0									
AVRIL	1		1		1		1		4		0								
		0		0		0		0		0									
MAI	0		0		0		0		0		0								
		0		0		0		0		0									
JUIN	1		1		1		1		4		25								
		0		0		0		1		1									
JUILLET	1		1		1		1		4		75								
		1		1		1		0		3									
AOUT	1		1		1		1		4		50								
		0		0		1		1		2									
SEPTEMBRE	0		1		0		1		2		100								
		0		1		0		1		2									
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES									6		8		7		6		27		↓
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS										1		3		3		3	→	10	↓
POSITIFS %									16, 6		37, 5		42, 8		50		→		37

TABLEAU N° VIII
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
EGOUTS DE BACCARAT
1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs			
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0
A AVRIL		0		0		0		0	
MAI	1		1		1		3		100
		1		1		1		3	
JUIN	1		1		1		3		100
		1		1		1		3	
JUILLET	1		1		1		3		100
		1		1		1		3	
AOUT	0		1		1		2		100
		0		1		1		2	
SEPTEMBRE	0		1		1		2		100
		0		1		1		2	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES							13		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS								13	
POSITIFS %									100

TABLEAU N° IX

RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

EGOUTS DE BACCARAT

1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS								
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS						
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs							
	Effect.	Positif	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs									
OCTOBRE	0		0		0		0		0						
		0		0		0		0							
NOVEMBRE	1		1		1		3		100						
		1		1		1		3							
DECEMBRE	0		0		0		0		0						
		0		0		0		0							
JANVIER	1		1		1		3		33, 3						
		0		0		1		1							
FEVRIER	0		0		0		0		0						
		0		0		0		0							
MARS	1		1		1		3		33, 3						
		0		0		1		1							
AVRIL	1		1		0		2		0						
		0		0		0		0							
MAI	1		1		1		3		0						
		0		0		0		0							
JUIN	1		1		1		3		33, 3						
		0		1		0		1							
JUILLET	1		1		1		3		33, 3						
		0		1		0		1							
AOUT	0		1		1		2		0						
		0		0		0		0							
SEPTEMBRE	0		1		1		2		0						
		0		0		0		0							
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES							7		9		8		24	↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS								1		3		3	→	7	↓
POSITIFS %								14, 2		33, 3		37, 5	→		29, 1

DAMELEVIERES

a) SALMONELLES

Sur les 14 prélèvements pratiqués aucun ne s'est révélé positif.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 10

Les 5 échantillons sur lesquels cette recherche a été réalisée renfermaient tous des phages.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 11

Sur 14 prélèvements effectués, 2 ont été positifs, soit un pourcentage de 14, 3 % ; l'un en novembre, l'autre en décembre respectivement aux points n° 1 et n° 2.

Dans le cas de cette petite commune, il faut noter le taux de positivité relativement faible, l'absence totale de prélèvements positifs pendant la période estivo-automnale et l'absence de prélèvements positifs (0 sur 6) au point n° 3, bien que ce point corresponde au collecteur global de l'agglomération. On doit cependant rappeler que ce collecteur est constitué par un réseau à "ciel ouvert", ce qui n'a peut-être pas été sans influences sur les germes pathogènes.

2) Prélèvements non systématiques

Dix prélèvements ont été pratiqués lors d'expériences de nettoyage d'égouts de la ville de Nancy ; tous ont été négatifs du point de vue salmonelles, et positifs du point de vue des bactériophages. En ce qui concerne les entérovirus, 3 se sont révélés positifs.

3) Commentaires sur les résultats de la 1ère année

A la suite de tous ces résultats concernant la 1ère année de travail dans les égouts et la lecture du tableau récapitulatif n° 12, on peut constater :

1) soit l'absence de salmonelles, soit une fréquence extrêmement réduite de ces germes, cas des égouts de la ville de Nancy (6, 6 %).

2) la présence constante de phages que l'on retrouve dans 97, 9 % des cas au niveau de tous les points de prélèvements de tous les réseaux d'égouts urbains.

3) en ce qui concerne les entérovirus, sur les 200 prélèvements effectués dans les différents réseaux, 80 ont été positifs soit 40 %, et, comme le montre l'histogramme n° 1, il existe un taux de positivité, faible de décembre à mai avec un minimum au mois de janvier (14, 3 %), élevé pendant la période estivo-automnale allant de juin à novembre avec un minimum en juin (54, 5 %) et un maximum en novembre (68 %). Ces faits mettent nettement en évidence l'action de l'incidence saisonnière sur la présence des entérovirus dans les eaux usées. Cette présence est cependant permanente dans tous les réseaux d'égouts et le taux de positivité est en rapport avec la densité de la population.

TABLEAU N° X
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
EGOUTS DE DAMELEVIÈRES
1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS					
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS			
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%			
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs						
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0			
A MAI		0		0		0		0				
JUIN	0		1		1		2		100			
		0		1		1		2				
JUILLET	0		1		0		1		100			
		0		1		0		1				
AOUT	0		1		1		2		100			
		0		1		1		2				
SEPTEMBRE	0		0		0		0		0			
		0		0		0		0				
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES							0	3	2	5	↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS								0	3	2	→ 5	↓
POSITIFS %							0	100	100		→	100

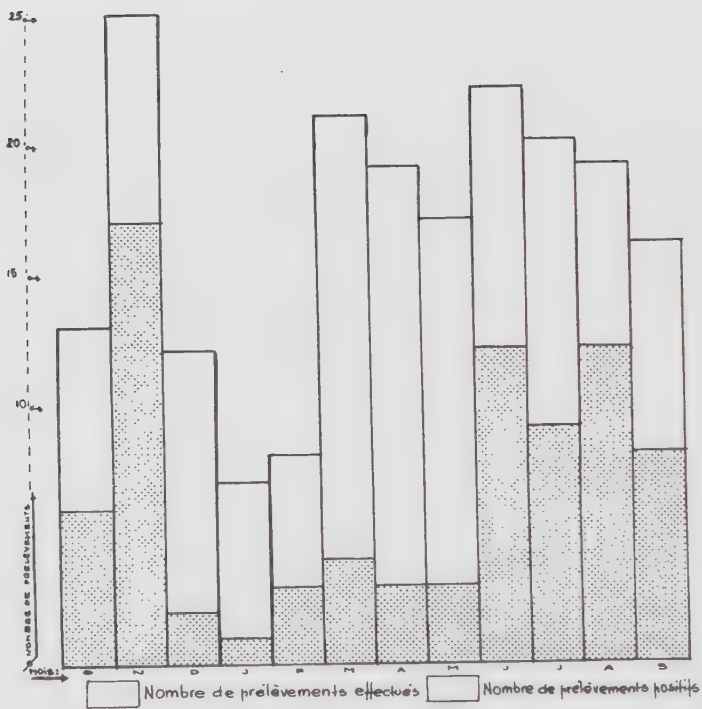
TABLEAU N° XI
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS
EGOUTS DE DAMELEVIÈRES

1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS						RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
OCTOBRE	0		1		1		2		0
	0		0		0			0	
NOVEMBRE	1		1		1		3		33,3
		1		0		0		1	
DECEMBRE	0		1		1		2		50
		0		1		0		1	
JANVIER	0		0		0		0		0
	0		0		0			0	
FEVRIER	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
MARS	0		1		1		2		0
		0		0		0		0	
AVRIL	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
MAI	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
JUIN	0		1		1		2		0
		0		0		0		0	
JUILLET	0		1		0		1		0
		0		0		0		0	
AOUT	0		1		1		2		0
		0		0		0		0	
SEPTEMBRE	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	1		7		6		14		↓
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		1		1		0	→	2	↓
POSITIFS %		100		14,3		0	→		14,3

TABLEAU N XII
RESULTATS RECAPITULATIFS
DES
PRELEVEMENTS EFFECTUES
DANS LES EGOUTS
1ère ANNEE

SALMONELLE A	LIEUX DE PRELEVEMENTS											RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
	PRELEVEMENTS A	NANCY		LUNEVILLE		TOUL		BACCARAT		DAMELEVIERES		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
		NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectues	Positifs	
		Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	106		29		27		24		14		200		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		7		0		0		0		0		7		
POSITIFS	6, 6		0		0		0		0				3, 50	
BACTERIOPHAGES	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	47		16		14		13		5		95		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		45		16		14		13		5		93	
	POSITIFS	95, 7		100		100		100		100				97, 9
ENTEROVIRUS	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	106		29		27		24		14		200		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		48		13		10		7		2		80	
	POSITIFS	45, 3		44, 8		37		29, 1		14, 3				40



Histogramme n°1

B - 2ème année

Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre concernant la localisation des points de prélèvements, l'échantillonnage a été réalisé pendant cette période uniquement dans le réseau d'égouts de la ville de Toul.

TOUL

a) SALMONELLES

Tableau n° 13

Sur 57 échantillons analysés, 1 seul s'est avéré positif. Il a été collecté pendant le mois d'août au point n° 4.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 14

Parmi les 57 prélèvements effectués, 56 renfermaient des phages. Le seul prélèvement négatif a été réalisé au mois de mars au point n° 4.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 15

Dans les 57 échantillons analysés, 9 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 15, 8 %.

On note des taux de positivité élevés pendant les mois de septembre (40 %), octobre (50 %) et avril (60 %) et sur le plan des lieux de prélèvements, il faut constater que tous les virus isolés l'ont été à partir d'échantillons collectés aux points n° 3, n° 4 et n° 5.

Ces résultats nous montrent que :

- 1) le nombre de salmonelles isolées est extrêmement faible.
- 2) à trois exceptions près, les phages sont présents dans tous les prélèvements.
- 3) pour ce qui est des entérovirus, le taux de positivité est relativement faible, il n'y a pas d'influence saisonnière nette sur les pourcentages de prélèvements positifs ; enfin, la distribution dans le réseau d'égouts est extrêmement inégale puisque 2 points, où au total 24 prélèvements ont été effectués, ne comportent aucun échantillon positif. De plus, on peut souligner que, sur 35 prélèvements réalisés dans les égouts, 4 seulement se sont révélés positifs alors que, sur les 22 effectués au niveau du collecteur à ciel ouvert, il y en eut 5. Il nous a d'ailleurs été impossible d'apporter une explication valable à ce phénomène.

C - Comparaison entre la 1ère et la 2ème année

Il aurait été intéressant de pouvoir étudier comparativement les résultats obtenus dans les égouts au cours de la première et la deuxième année. Il ne sera apporté à ce sujet qu'une comparaison limitée à Toul, seule ville où les prélèvements furent pratiqués pendant les deux années.

TABLEAU N XIII
RECHERCHE DES SALMONELLA
EGOUTS DE TOUL
2^{eme} ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS											RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N 1		POINT N 2		POINT N 3		POINT N 4		POINT N 5		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS /
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectues	Positifs	
	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif			
OCTOBRE	1		1		0		1		1		4		0
		0		0		0		0		0		0	
NOVEMBRE	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
DECEMBRE	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
JANVIER	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
FEVRIER	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
MARS	1		1		1		1		0		4		0
		0		0		0		0		0		0	
AVRIL	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
MAI	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
JUIN	1		1		1		1		0		4		0
		0		0		0		0		0		0	
JUILLET	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
AOUT	1		1		1		1		1		5		20
		0		0		0		1		0		1	
SEPTEMBRE	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	12		12		11		12		10		52		↓
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		0		0		0		1		0	→	1	↓
POSITIFS /		0		0		0		8,3		0	→		1,7

TABLEAU N° XIV
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
EGOUTS DE TOUL
2eme ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS												RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		POINT N° 5		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectuées	Positifs		
	Entée	Pointée	Entée	Pointée	Entée	Pointée	Entée	Pointée	Entée	Pointée				
OCTOBRE	1				0		1		1		4		100	
		1		1		0		1		1		4		
NOVEMBRE	1		1				1		1		4		100	
		1		1		1		1		1		5		
DECEMBRE	1		1		1		1		1		5		100	
		1		1		1		1		1		5		
JANVIER	1		0		1		1		1		4		100	
		1		1		1		1		1		5		
FEVRIER	1		1		1		1		1		5		100	
		1		1		1		1		1		5		
MARS	1		1		1		1		0		4		75	
		1		1		1		0		0		3		
AVRIL	1		1		1		1		1		5		100	
		1		1		1		1		1		5		
MAI	1		1		1		1		1		5		100	
		0		1		1		1		1		5		
JUIN	1		1		1		1		0		4		100	
		1		1		1		1		0		4		
JUILLET	1		1		1		1		1		5		100	
		1		1		1		1		1		5		
AOÛT	1		1		1		1		1		5		100	
		1		1		1		1		1		5		
SEPTEMBRE	1		1		1		1		1		5		100	
		1		1		1		0		1		5		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	12		12		11		12		10		57	↓	↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		12		12		11		11		10	→	56		
POSITIFS %		100		100		100		91,7		100	→			98,2

TABLEAU N° XV
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

EGOUTS DE TOUL

2ème ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS											RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		POINT N° 5		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectués	Positifs	
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
OCTOBRE	1		1		0		1		1		4		50
		0		0		0		1		1		2	
NOVEMBRE	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
DECEMBRE	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
JANVIER	1		1		1		1		1		5		20
		0		0		1		0		0		1	
FEVRIER	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
MARS	1		1		1		1		0		4		0
		0		0		0		0		0		0	
AVRIL	1		1		1		1		1		5		60
		0		0		1		1		1		3	
MAI	1		1		1		1		1		5		20
		0		0		1		0		0		1	
JUIN	1		1		1		1		0		4		0
		0		0		0		0		0		0	
JUILLET	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
AOUT	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
SEPTEMBRE	1		1		1		1		1		5		40
		0		0		1		1		0		2	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	12		12		11		12		10		57		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		0		0		4		3		2		9	
POSITIFS %		0		0		36,3		25		20			15,8

Les résultats obtenus dans la recherche des salmonelles et des bactériophages sont pratiquement comparables et n'autorisent, par conséquent, aucune conclusion.

Pour les entérovirus, au contraire, on constate une diminution très nette des pourcentages de positifs au cours de la 2ème année (15, 8 % contre 37 % pour la 1ère année).

II - Résultats quantitatifs des eaux de rivières

Dans ce chapitre, nous indiquerons les résultats concernant les prélèvements effectués dans les eaux de rivières durant la 1ère et la 2ème année du travail.

A - 1ère année

Comme cela a été exposé dans le chapitre " Localisation des points de prélèvements ", des analyses ont été effectuées, d'une part, dans la Meurthe et, d'autre part dans la Moselle. Nous envisagerons donc dans un premier temps, le cas de la Meurthe, en donnant tout d'abord les résultats concernant les prélèvements pratiqués au niveau de la ville située le plus en amont pour finir par ceux réalisés au niveau de la ville située le plus en aval sur le cours de la rivière.

1) MEURTHE

BACCARAT

a) SALMONELLES

Sur 22 prélèvements pratiqués dans la rivière à Baccarat, aucun ne s'est révélé positif.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 16

Sur les 15 échantillons analysés, 8 contenaient des phages soit un pourcentage de 53, 3 %.

On note, au point de vue mensuel, les taux maxima des mois de juillet, août et septembre et, du point de vue topographique, des pourcentages de positivité supérieurs aux points situés en aval. De plus, on observe une positivité globale relativement faible.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 17

Sur les 22 prélèvements, 4 se sont révélés positifs. Ils ont été collectés pendant les mois d'août, septembre et novembre. En ce qui concerne le lieu des prélèvements, on remarque que le taux maximum se situe au point Am pourtant situé sur le cours de la rivière en amont des égouts.

TABLEAU N° XVI
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
MEURTHE A BACCARAT

1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS								
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Av ₁		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS						
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%						
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs									
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0						
A AVRIL		0		0		0		0							
MAI	1		1		1		3		0						
		0		0		0		0							
JUIN	1		1		1		3		33, 3						
		0		1		0		1							
JUILLET	1		1		1		3		66, 7						
		0		1		1		2							
AOUT	1		1		1		3		100						
		1		1		1		3							
SEPTEMBRE	1		1		1		3		66, 7						
		1		0		1		2							
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES							5		5		15	↓			
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS								2		3		3	→	8	↓
POSITIFS %							40		60		60	→		53, 3	

1ere ANNEE

- 87 -

LUNEVILLE

a) SALMONELLES

Tableau n° 18

Parmi les 22 prélèvements réalisés, 2 renfermaient des salmonelles, soit un pourcentage de 9 %.

Ces 2 prélèvements positifs ont été collectés au mois de mai, l'un au point Av1, l'autre au point Av2.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 19

Sur 13 échantillons analysés, 10 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 76, 9 %.

On remarque que les échantillons prélevés en amont ont été beaucoup moins souvent positifs que ceux recueillis en aval.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 20

Sur les 22 échantillons collectés, 3 ont été positifs soit un pourcentage de 13, 6 %.

- du point de vue mensuel, 2 prélèvements sur 3 (66, 7 %) ont été positifs en novembre et 1 sur 2 (50 %) en juin.

- du point de vue des lieux de prélèvements, au point Av1, 2 échantillons sur 8 (25 %) renfermaient des entérovirus alors qu'au point Av2, 1 sur 6 (16,7 %) était positif.

De tous ces résultats, on peut constater que les prélèvements effectués en amont de l'agglomération ont présenté des taux de pollution nettement inférieurs à ceux constatés dans les échantillons collectés en aval de la ville.

Ces résultats sont d'ailleurs parfaitement conformes à la logique puisque les eaux usées sont rejetées dans la Meurthe au cours de la traversée de l'agglomération.

DAMELEVIERES

a) SALMONELLES

Aucun des 19 prélèvements pratiqués n'en a permis l'isolement.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 21

Sur les 9 échantillons analysés, 2 se sont révélés positifs. Ils correspondent aux 6 prélèvements effectués en juin et juillet.

Au point de vue localisation, on note un prélèvement positif sur 3 (33, 3 %) aux points Am et Av1.

TABLEAU N° XVIII
RECHERCHE DES SALMONELLA
MEURTHE A LUNEVILLE

1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS									
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Av ₁		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS							
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%							
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs										
OCTOBRE	0		0		0		0		0							
		0		0		0		0								
NOVEMBRE	1		1		1		3		0							
		0		0		0		0								
DECEMBRE	0		0		0		0		0							
		0		0		0		0								
JANVIER	1		1		0		2		0							
		0		0		0		0								
FEVRIER	0		0		0		0		0							
		0		0		0		0								
MARS	1		1		0		2		0							
		0		0		0		0								
AVRIL	1		1		0		2		0							
		0		0		0		0								
MAI	1		1		1		3		66,7							
		0		1		1		2								
JUIN	0		1		1		2		0							
		0		0		0		0								
JUILLET	1		0		1		2		0							
		0		0		0		0								
AOÛT	1		1		1		3		0							
		0		0		0		0								
SEPTEMBRE	1		1		1		3		0							
		0		0		0		0								
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES							8		8		6		22		↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS								0		1		1	→	2		↓
POSITIFS %							0		12,5		16,7		→			9

TABLEAU N° XIX
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
MEURTHE A LUNEVILLE

1ère ANNEE

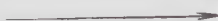
LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Av ₁		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs			
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0
A AVRIL		0		0		0		0	
MAI	1		1		1		3		100
		1		1		1		3	
JUIN	0		1		1		2		50
		0		1		0		1	
JUILLET	1		0		1		2		50
		0		0		1		1	
AOUT	1		1		1		3		66,7
		0		1		1		2	
SEPTEMBRE	1		1		1		3		100
		1		1		1		3	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	4		4		5		13		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		2		4		4		10	
POSITIFS %		50		100		80			76,9

TABLEAU N° XX
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

MEURTHE A LUNEVILLE

1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Av ₁		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectues	Positifs	%
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
OCTOBRE	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
NOVEMBRE	1		1		1		3		66,7
		0		1		1		2	
DECEMBRE	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
JANVIER	1		1		0		2		0
		0		0		0		0	
FEVRIER	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
MARS	1		1		0		2		0
		0		0		0		0	
AVRIL	1		1		0		2		0
		0		0		0		0	
MAI	1		1		1		3		0
		0		0		0		0	
JUIN	0		1		1		2		50
		0		1		0		1	
JUILLET	1		0		1		2		0
		0		0		0		0	
AOUT	1		1		1		3		0
		0		0		0		0	
SEPTEMBRE	1		1		1		3		0
		0		0		0		0	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	8		8		6		22		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		0		2		1	→	3	
POSITIFS %		0		25		16,7	→		13,6

TABLEAU N° XXI
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
MEURTHE A DAMELEVIÈRES
1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Av ₁		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectués	Positifs	%
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs			
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0
A MAI		0		0		0		0	
JUIN	1		1		1		3		33, 3
		1		0		0		1	
JUILLET	1		1		1		3		33, 3
		0		1		0		1	
AOUT	1		1		1		3		0
		0		0		0		0	
SEPTEMBRE	0		0		0		0		0
		0		0		0		0	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES		3		3		3		9	↓
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS			1		1		0	→ 2	↓
POSITIFS %		33, 3		33, 3		0		→ 22, 2	

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 22

Sur les 19 prélèvements pratiqués, 1 seul renfermait des entérovirus soit un pourcentage de 5, 3 %. Ce seul résultat correspond au mois de juillet pendant lequel le prélèvement a été effectué au point Am.

Ici il faut noter, en plus de très faibles taux de positivité, le fait que les prélèvements effectués en amont sont au moins autant, sinon plus pollués que ceux situés en aval de l'agglomération. Ceci peut en partie être expliqué par le fait que le point Am n'est situé qu'à 1 500 mètres en aval du point de rejet des égouts de Blainville cité jumelle de Damelevières.

NANCY

a) SALMONELLES

Sur les 25 échantillons collectés, aucun ne renfermait de salmonelles.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 23

Parmi les 15 prélèvements analysés, 12 ont permis l'isolement des phages, soit un pourcentage de 80 %.

On doit particulièrement noter le taux de positivité relativement faible observé au point Av3.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 24

Sur les 25 prélèvements pratiqués, 11 renfermaient des entérovirus, soit un pourcentage de 44 %.

Pendant toute la période où les échantillons ont pu être collectés, c'est-à-dire de mai à décembre, les taux de positivité ont été assez élevés et constants: 50 % aux mois de mai, juin, octobre et novembre, 25 % en juillet et septembre et maximum de 66, 7 % en août.

En ce qui concerne la répartition selon les points de prélèvements, les pourcentages de positivité sont presque identiques avec respectivement 42, 8 % pour les points Av1 et Av2, 40 % pour le point Av3 et enfin 50 % pour le point Av4.

Ainsi du point de vue de la recherche des entérovirus, on peut remarquer un taux de positivité globale relativement élevé (44 %), la présence maxima d'entérovirus pendant la période estivo-automnale et enfin une fréquence des virus sensiblement équivalente au niveau des différents points de prélèvements.

2) MOSELLE

Les prélèvements ont été effectués uniquement dans cette rivière au

TABLEAU N° XXII
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS
MEURTHE A DAMELEVIÈRES

1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS							RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Av ₁		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						Effectues	Positifs	%	
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs				
OCTOBRE	0		1		1		2		0	
	0		0		0			0		
NOVEMBRE	1		1		1		3		0	
	0		0		0			0		
DECEMBRE	1		1		1		3		0	
	0		0		0			0		
JANVIER	0		0		0		0		0	
	0		0		0			0		
FEVRIER	0		0		0		0		0	
	0		0		0			0		
MARS	0		1		1		2		0	
	0		0		0			0		
AVRIL	0		0		0		0		0	
	0		0		0			0		
MAI	0		0		0		0		0	
	0		0		0			0		
JUIN	1		1		1		3		0	
	0		0		0			0		
JUILLET	1		1		1		3		33,3	
	1		0		0			1		
AOUT	1		1		1		3		0	
	0		0		0			0		
SEPTEMBRE	0		0		0		0		0	
	0		0		0			0		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	5		7		7		19			
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		1		0		0		1		
POSITIFS %		20		0		0			5,3	

TABLEAU N° XXIII
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
MEURTHE A NANCY
1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS									RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Av ₁		POINT Av ₂		POINT Av ₃		POINT Av ₄		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectues	Positifs	
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0		0
A MAI		0		0		0		0		0	
JUIN	1		1		1		1		4		50
		1		1		0		0		2	
JUILLET	1		1		1		1		4		75
		1		1		0		1		3	
AOUT	1		1		0		1		3		100
		1		1		0		1		3	
SEPTEMBRE	1		1		1		1		4		100
		1		1		1		1		4	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES		4		4		3		4		15	↓
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS			4		4		1		3	→ 12	
POSITIFS %		100		100		33,3		75		→	80

TABLEAU N° XXIV
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

MEURTHE A NANCY

1ere ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS								RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Av ₁		POINT Av ₂		POINT Av ₃		POINT Av ₄		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectues	Positifs	
	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif			
OCTOBRE	1		1		1		1		4		50
		0		0		1		1		2	
NOVEMBRE	1		1		1		1		4		50
		1		0		0		1		2	
DECEMBRE	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
JANVIER	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
FEVRIER	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
MARS	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
AVRIL	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
MAI	1		1		0		0		2		50
		0		1		0		0		1	
JUIN	1		1		1		1		4		50
		1		1		0		0		2	
JUILLET	1		1		1		1		4		25
		0		1		0		0		1	
AOUT	1		1		0		1		3		66,7
		1		0		0		1		2	
SEPTEMBRE	1		1		1		1		4		25
		0		0		1		0		1	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	7		7		5		6		25		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		3		3		2		3		11	
POSITIFS %		42,8		42,8		40		50			44

niveau de Toul et en nombre assez réduit, car, pendant de nombreux mois, le courant important de la Moselle a rendu difficile ou a interdit la pose de tampons. Cette étude a donc été effectuée durant les seuls mois de juin, juillet, août et septembre.

a) SALMONELLES

Tableau n° 25

Sur 20 prélèvements effectués, 2 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 10 %. Les 2 positifs ont été collectés au mois de juillet, l'un au point Av1, l'autre au point Av2.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 26

Parmi les 20 échantillons analysés, 7 renfermaient des phages, soit un pourcentage de 35 %.

- du point de vue mensuel, on note 4 positifs sur 5 (80 %) en août, 3 sur 5 (60 %) en septembre.

- au point de vue des lieux de prélèvements, aux points Am, Av1 et Av4, un prélèvement sur 4 (25 %) est positif, et aux points Av2 et Av3, 2 prélèvements sur 4 (50 %).

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 27

Sur les 20 prélèvements, 2 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 10 %.

Les prélèvements positifs ont été effectués l'un en août et l'autre en septembre.

Le premier a été réalisé au point Am et le second au point Av3.

Dans le cas de la Moselle, étant donné le faible nombre d'échantillons analysés et la durée très réduite de l'expérimentation, il est très difficile de tirer des conclusions.

3) Commentaires

L'examen des résultats concernant les prélèvements effectués pendant cette 1ère année sur le cours des rivières et la lecture du tableau n° 28 conduisent aux conclusions suivantes :

1) la fréquence des salmonelles a été très faible. En effet, sur les 108 prélèvements réalisés, 4 seulement se sont révélés positifs (3, 7 %). Les rares échantillons positifs ont été recueillis pendant la période estivale (mai et juillet) et en des points situés exclusivement en aval des lieux de rejet des eaux usées.

TABLEAU N° XXV
RECHERCHE DES SALMONELLA
MOSELLE A TOUL

1^{ère} ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS											RESULTATS TOTAUX MENSUELS					
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am	POINT Av 1	POINT Av 2	POINT Av 3	POINT Av 4	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
						Effect.				Positifs				Effectués	Positifs	
						Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
DE OCTOBRE	0	0	0	0	0	0					0		0	0		
A MAI		0	0	0	0	0							0			
JUIN	1	1	1	1	1	1					5		0	0		
		0	0	0	0	0							0			
JUILLET	1	1	1	1	1	1					5		40			
		0	1	1	0	0						2				
AOUT	1	1	1	1	1	1					5		0	0		
		0	0	0	0	0						0				
SEPTEMBRE	1	1	1	1	1	1					5		0	0		
		0	0	0	0	0						0				
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	4	4	4	4	4	4					20					
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		1	1	1	0	0						2				
POSITIFS	0	25	25	0	0	0								10		

LIEUX DE PRELEVEMENTS													RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am	POINT Av 1	POINT Av 2	POINT Av 3	POINT Av 4	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
						Effect.				Positifs				Effectués	Positifs	
						Effect.		Positifs		Effect.		Positifs				
						Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
DE OCTOBRE A MAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
JUIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	0			
JUILLET	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	0			
AOUT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	80			
SEPTEMBRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	60			
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20	7	3				
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	1	1	2	2	1	2			1				35			
POSITIFS %	25	25	50	50	25	50	25	25	25							

TABLEAU N° XXVII
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

MOSELLE A TOUL
1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS										RESULTATS TOTAUX MENSUELS					
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am	POINT Av 1	POINT Av 2				POINT Av 3				POINT Av 4	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	%
			NOMBRE DE PRELEVEMENTS												
			POINT Av 2		POINT Av 3		POINT Av 4								
			Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs					
DE OCTOBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A MAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
JUIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	0	
JUILLET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AOUT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0	0	
SEPTEMBRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	20	20	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	20	20	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20	2	10	10	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	10	10	
POSITIFS %	25	0	0	0	0	0	25	0	0	0	10	10	10	10	

TABLEAU N° XXVIII

RESULTATS RECAPITULATIFS

DES PRELEVEMENTS EFFECTUES DANS LES RIVIERES

1ère ANNEE

	LIEUX DE PRELEVEMENTS											RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
	PRELEVEMENTS A	BACCARAT		LUNEVILLE		DAME- LEVIERES		NANCY		TOUL		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
		NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectués	Positifs	
		Effect	Positifs	Effect	Positifs	Effect	Positifs	Effect	Positifs	Effect	Positifs			
SALMONELLA	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	22		22		19		25		20		108		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		0		2		0		0		2		4	
	POSITIFS %	0		9		0		0		10			3, 7	
BACTERIOPHAGES	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	15		13		9		15		20		72		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		8		10		2		12		7		39	
	POSITIFS %	53, 3		76, 9		22, 2		80		35			54, 1	
ENTEROVIRUS	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	22		22		19		25		20		108		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		4		3		1		11		2		21	
	POSITIFS %	18, 1		13, 6		5, 3		44, 4		10			19, 4	

2) Le pourcentage de prélèvements contenant des phages est relativement élevé et atteint 54, 1 %. La pollution a été dans la majorité des cas nettement plus marquée en aval qu'en amont.

3) Le taux d'échantillons positifs en entérovirus est faible (19, 4 %). Encore convient-il de remarquer que tous les entérovirus ont été isolés pendant la période qui s'étend de mai à novembre et qu'à deux exceptions près, cas de Baccarat et de Damelevières, tous les prélèvements positifs se situent en aval des collecteurs d'égouts.

B - 2ème année

Pendant cette période l'échantillonnage a été exclusivement réalisé sur le cours de la Meurthe à Lunéville et à Nancy. Nous envisagerons d'abord les résultats concernant les prélèvements effectués à Lunéville, puis ceux pratiqués à Nancy.

LUNEVILLE

a) SALMONELLES

Tableau n° 29

Sur 87 prélèvements réalisés, un seul qui fut effectué pendant le mois d'août au point Av1 contenait des salmonelles.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 30

Sur 87 échantillons analysés, 42 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 48, 3 %.

Du point de vue mensuel, on observe, d'une part, l'absence totale de phages au mois de septembre, pendant lequel 7 prélèvements ont été effectués, d'autre part, une nette prédominance des phages pendant la période qui s'étend d'octobre à janvier où les taux de positivité sont respectivement de 75 % en octobre, 87, 5 % en novembre, et 100 % en décembre et janvier.

En ce qui concerne les lieux de prélèvements on constate :

1) que les 2 points Am et Am', situés en amont de Lunéville présentent des taux de positivité relativement faibles (45, 5 % et 27, 3 %).

2) que les points Col, Av1 et Av2, tous situés sur la partie droite du cours de la rivière, c'est-à-dire du côté où se jettent les eaux usées, présentent des taux de pollution (63, 6 %, 63, 6 % et 72, 7 %) beaucoup plus élevés que les points Co2, Av1' et Av2' situés sur le côté gauche de la rivière.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 31

Sur les 87 prélèvements, 4 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 4, 6 %.

TABLEAU N° XXIX

RECHERCHE DES SALMONELLA

MEURTHE A LUNEVILLE

2^{ème} ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS																	RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU	POINT Am	POINT Am'	POINT Co ₁	POINT Co ₂	POINT Av ₁	POINT Av ₁	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	POINT Av ₂	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
																	Effectues	Positifs	
MOIS	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	Effect.	Pos.	NOMBRE DE PRELEVEMENTS		
OCTOBRE	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
NOVEMBRE	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
DECEMBRE	1		1		1		0		1		0		1		1		6	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
JANVIER	1		0		1		0		0		0		0		1		3	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
FEVRIER	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
MARS	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
AVRIL	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
MAI	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
JUIN	1		1		0		1		1		1		1		1		7	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
JUILLET	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
AOUT	1		1		1		1		1		1		1		1		8	0	12,5
		0		0		0		0		1		0		0		0		1	
SEPTEMBRE	0		1		1		1		1		1		1		1		7	0	0
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	11		11		11		10		11		10		11		12		87		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		0		0		0		1		0		0		0		0		1	
POSITIFS %		0		0		0		9		0		0		0		0			1,1

TABLEAU N° XXX
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES

MEURTHE A LUNEVILLE

2eme ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS														RESULTATS TOTAUX MENSUELS					
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am	POINT Am'	POINT Co ₁	POINT Co ₂	POINT Av ₁	POINT Av' ₁	POINT Av ₂	POINT Av' ₂	NOMBRE DE PRELEVEMENTS						NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS		
															Effectuées	Positifs	/		
	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.	Effect.	Positif.			
OCTOBRE	1		1		1		1		1		1		1		8		25		
		0		0		1		1		1		1		1		6			
NOVEMBRE	1		1		1		1		1		1		1		8		87,5		
		1		1		1		0		1		1		1		7			
DECEMBRE	1		1		1		0		1		0		1		6		100		
		1		1		1		0		1		0		1		6			
JANVIER	1		0		1		0		0		0		0		3		100		
		1		0		1		0		0		0		1		3			
FEVRIER	1		1		1		1		1		1		1		8		25		
		0		1		0		0		0		1		0		2			
MARS	1		1		1		1		1		1		1		8		25		
		0		0		1		0		0		0		1		2			
AVRIL	1		1		1		1		1		1		1		8		37,5		
		1		0		1		0		0		0		1		3			
MAI	1		1		1		1		1		1		1		8		25		
		0		0		0		0		1		0		0		2			
JUIN	1		1		0		1		1		1		1		7		57,1		
		0		0		0		0		1		1		1		4			
JUILLET	1		1		1		1		1		1		1		8		25		
		0		0		0		0		1		0		1		2			
AOUT	1		1		1		1		1		1		1		8		62,5		
		1		0		1		1		0		1		0		5			
SEPTEMBRE	0		1		1		1		1		1		1		7		0		
		0		0		0		0		0		0		0		0			
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	11		11		11		10		11		10		11		12		87	↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		5		3		7		2		7		3		8		7	→	42	↓
POSITIFS %	45,5		27,3		63,6		20		63,6		30		72,7		58,3		→	48,3	

TABLEAU N° XXXI

RECHERCHE DES ENTEROVIRUS

MEURTHE A LUNEVILLE

2e-e ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS															RESUME AU TOTAL MOISIELS				
RELEVEMENTS AU MOIS	POINT Am		POINT Am		POINT Co ₁		POINT Co ₂		POINT Av ₁		POINT Av ₁		POINT Av ₂		POINT Av ₂		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS																Effectues	Positifs	
	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif	Effect. Positif			
OCTOBRE	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	8	1	15,5		
NOVEMBRE	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	8	1	12,5		
DECEMBRE	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	6	1	16,6		
JANVIER	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0		
FEBVIER	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8	1	12,5		
MARS	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8	0	0		
AVRIL	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8	0	0		
MAI	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8	0	0		
JUIN	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	7	0	0		
JUILLET	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8	0	0		
AOUT	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8	0	0		
SEPTEMBRE	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	7	0	0		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	11	11	11	10	11	10	11	12							87				
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	0	0	2	0	1	0	1	0							4				
POSITIFS %	0	0	18,2	0	9	0	9	0									4,6		

Du point de vue mensuel, ils correspondent à la période qui va d'octobre à février où un prélèvement sur 8 effectués a été positif (12, 5 %) pendant les mois d'octobre, novembre et février et 1 sur 6 (16, 6 %) en décembre.

Du point de vue des lieux de prélèvements, on note 2 résultats positifs sur 11 (18, 2 %) au point Col et 1 positif sur 11 (9 %) respectivement en Av1 et Av2.

On constate donc, que les entérovirus isolés l'ont été pendant la période automno-hivernale, et que seuls les points situés sur la partie droite du cours de la rivière sont pollués, le maximum étant atteint au point Col, placé immédiatement à la sortie de l'égout collecteur.

NANCY

a) SALMONELLES

Tableau n° 32

Sur 79 analyses effectuées, 5 ont permis l'isolement de germes de ce type, soit un pourcentage de 6, 3 %.

3 ont été isolés en septembre, 1 en août et 1 en juin.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 33

Sur les 79 échantillons examinés, 62 renfermaient des phages, soit un pourcentage de 78, 5 %.

Du point de vue mensuel, on remarque qu'aux mois de novembre, février, avril, juillet et août, le taux de positivité est à son maximum (100 %), alors que le minimum est situé au mois de mars (40 %).

Du point de vue des points de prélèvements, on constate la permanence des phages à des taux très voisins et ceci à tous les niveaux où ont été effectués les prélèvements.

c) ENTEROVIRUS

Sur les 79 prélèvements, aucun ne renfermait d'entérovirus.

En résumé, à la suite de l'exposé de ces divers résultats, il est possible de constater que :

1) la fréquence des salmonelles isolées a été très faible, car 6, 3 % seulement des prélèvements ont été positifs. Tous ces échantillons ont été recueillis pendant la période estivale (juin à septembre).

2) la proportion de prélèvements contenant des phages a été relativement élevée, puisqu'elle atteint 62, 6 %. De plus, aucun phage n'a pu être isolé durant le mois de septembre. (17 prélèvements au total).

MEURTHE A NANCY

[illegible]

3) le nombre de prélèvements positifs en entérovirus a été particulièrement restreint, puisque leur taux atteint seulement 2, 4 %. Ils se groupent uniquement pendant la période automno-hivernale (octobre à février).

Il nous a paru intéressant de comparer les résultats obtenus dans 2 villes Lunéville et Nancy dans lesquelles l'expérimentation a été effectuée au même moment. Ces résultats sont consignés dans le tableau n° 34 et montrent que pour un nombre de prélèvements sensiblement identique, le taux de positivité, du point de vue des salmonelles et des bactériophages, est très nettement plus élevé à Nancy qu'à Lunéville. En ce qui concerne les entérovirus, un phénomène inverse se produit. Alors qu'aucun virus n'a été isolé à Nancy, 4 échantillons sur 87 se sont avérés positifs à Lunéville.

Les taux de positivité en bactériophages et salmonelles plus élevés à Nancy qu'à Lunéville peuvent assez facilement s'expliquer par la plus grande quantité d'eaux usées rejetées dans la Meurthe au niveau de la première localité. Il est, par contre, beaucoup plus délicat de donner une interprétation de l'absence d'entérovirus dans la partie nancéienne de la Meurthe, alors que 4, 6 % des prélèvements effectués dans sa fraction lunévilloise sont positifs.

Il faut signaler cependant qu'il existe entre ces deux villes riveraines de la Meurthe, l'important complexe des salines et soudières de la ville de Dombasle. Les eaux résiduaires de cet endroit pourraient avoir une influence non négligeable sur la survie des entérovirus dans la Meurthe voisine. Il serait intéressant de vérifier ce fait pour juger de l'incidence possible de la pollution chimique sur la pollution virale.

C - Comparaison entre la 1ère et la 2ème année

Il nous a paru utile de faire une étude comparative de la pollution des rivières au cours des deux années où a été effectué notre travail. Elle restera cependant limitée, car elle n'a pu être envisagée que sur le cours de la Meurthe à Lunéville et Nancy, seules agglomérations où des échantillons ont été collectés pendant les deux parties de l'enquête.

Les divers résultats indiquent, tout d'abord, qu'il n'est pas possible d'émettre des remarques valables tant en ce qui concerne les salmonelles isolées en très petit nombre que les bactériophages recherchés sur un nombre d'échantillons réduit.

Au contraire, pour les entérovirus, on ne peut que souligner la diminution très nette et très importante des taux de positivité obtenus au cours de la 2ème année. Cette diminution est encore beaucoup plus accentuée à Nancy qu'à Lunéville puisqu'on passe de 44 % en 1ère année à 0 pendant la 2ème année, les

TABLEAU N° XXXIV

RESULTATS RECAPITULATIFS

DES PRELEVEMENTS EFFECTUES DANS LA MEURTHE

A NANCY ET LUNEVILLE

2ème ANNEE

	LUNEVILLE		NANCY	
	PRELEVEMENTS POSITIFS	POSITIFS %	PRELEVEMENTS POSITIFS	POSITIFS %
SALMONELLA	1 / 87	1, 1 %	5 / 79	6, 3 %
BACTERIOPHAGES	42 / 87	48, 2 %	62 / 79	78, 4 %
VIRUS	4 / 87	4, 6 %	0 / 79	0 %

pourcentages variant de 13, 6 % à 4, 6 % pour Lunéville.

A cette discordance quantitative s'en ajoute une seconde d'ordre saisonnier. En effet, tous les entérovirus isolés durant la 1ère année l'ont été pendant la période qui s'étend de mai à novembre alors que durant la 2ème année, ils ont été observés exclusivement d'octobre à février.

III - Résultats quantitatifs des eaux d'alimentation

Nous allons exposer successivement les résultats concernant les échantillons collectés pendant la 1ère année puis pendant la 2ème année.

A - 1ère année

Nous envisagerons ici le cas des eaux d'origine superficielle et celui des eaux de source.

1) Eaux d'alimentation provenant d'eaux de surface

Nous rapporterons les résultats concernant l'eau de Lunéville, puis ceux ayant trait à l'eau de Nancy.

LUNEVILLE

a) SALMONELLES

Aucun germe du genre Salmonella n'a été isolé dans les 35 prélèvements que nous avons effectués.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 35

Sur les 19 échantillons analysés, 2 seulement renfermaient des bactériophages, soit un pourcentage de 10, 5 %.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 36

Sur les 35 échantillons analysés, 3 se sont révélés positifs.

Ces 3 prélèvements ont été collectés à la même date, pendant le mois de mai, et aux points 1, 2 et 3 qui sont tous situés avant l'installation de stérilisation par le chlore. Il semblerait donc que ce traitement chloré ait détruit les virus présents.

NANCY

a) SALMONELLES

Aucune salmonelle n'a été isolée à partir des 34 échantillons analysés.

TABLEAU N° XXXV
RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES
USINE DES EAUX DE LUNEVILLE
1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS									RESULTATS TOTAUX MENSUELS			
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectuées	Positifs		
	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs	Effec.	Positifs				
DE OCTOBRE	0		0		0		0		0		0	
A AVRIL		0		0		0		0		0		
MAI	1		1		1		1		4		25	
		1		0		0		0		1		
JUIN	0		1		1		1		3		0	
		0		0		0		0		0		
JUILLET	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
AOUT	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
SEPTEMBRE	1		1		1		1		4		25	
		1		0		0		0		1		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	4		5		5		5		19			
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		2		0		0		0		2		
POSITIFS		50		0		0		0				10, 5

TABLEAU N XXXVI
RECHERCHE DES ENTEROCOQUES
USINES DES EAUX DE LUNEVILLE

1ere ANNEE

1ère ANNÉE

LIEUX DE PRELEVEMENTS										RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N 1		POINT N 2		POINT N 3		POINT N 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectues	Positifs		
	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif	Effect.	Positif				
OCTOBRE	0		0		0		0		0		0	
		0		0		0		0		0		
NOVEMBRE	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
DECEMBRE	0		0		0		0		0		0	
		0		0		0		0		0		
JANVIER	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
FEVRIER	0		0		0		0		0		0	
		0		0		0		0		0		
MARS	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
AVRIL	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
MAI	1		1		1		1		4		75	
		1		1		1		0		3		
JUIN	0		1		1		1		3		0	
		0		0		0		0		0		
JUILLET	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
AOUT	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
SEPTEMBRE	1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	8		9		9		9		35		↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		1		1		1		0	→	3	↓	
POSITIFS	12, 5		11, 1		11, 1		0		→		8, 6	

b) BACTERIOPHAGES

La présence de bactériophages n'a pas été observée dans les 18 prélèvements analysés.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 37

Sur les 34 prélèvements pratiqués, 4 se sont révélés positifs, soit un pourcentage de 11, 8 %. Nous avons isolé 2 entérovirus pendant le mois de septembre et 1 durant les mois de décembre et d'avril.

La répartition par points de prélèvements est la suivante : 1 positif sur 9 (11, 1 %) au point n° 1, 2 sur 10 (20 %) au point n° 2 et 1 sur 10 (10 %) au point n° 3.

Il faut remarquer que sur les 5 échantillons provenant du point n° 4, c'est-à-dire après stérilisation par l'ozone, aucun ne renfermait d'entérovirus.

2) Eaux de source

Dans les eaux de sources vosgiennes analysées, nous n'avons isolé ni salmonelles, ni bactériophages. Cependant dans 2 prélèvements effectués dans les chambres de captage d'eau de source nous avons pu mettre en évidence des entérovirus.

B - 2ème année

Les prélèvements ont été effectués pendant cette période uniquement à Lunéville.

a) SALMONELLES

Aucun des 58 échantillons collectés ne contenait de tels germes.

b) BACTERIOPHAGES

Tableau n° 38

Sur les 58 analyses effectuées, nous avons isolé, 10 fois des bactériophages, soit un pourcentage de 17, 2 %.

Ces échantillons positifs proviennent presque uniquement des points n° 1 et 1 bis. La seule exception provient du point n° 2 où un seul prélèvement sur 12 (8, 3 %) contenait des bactériophages.

c) ENTEROVIRUS

Tableau n° 39

Un seul des 58 échantillons analysés a permis l'isolement d'entérovirus, soit un pourcentage de 1, 7 %. Cet échantillon est issu du point n° 2 où il fut prélevé au mois d'octobre.

Des divers résultats qui viennent d'être exposés, on peut retenir que, à

TABLEAU N° XXXVII
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS
USINES DES EAUX DE NANCY

1ère ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS									RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS								Effectués	Positifs	
	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
OCTOBRE	1		1		1		1		4		0
		0		0		0		0		0	
NOVEMBRE	1		1		1		0		3		0
		0		0		0		0		0	
DECEMBRE	1		1		1		0		3		33,3
		1		0		0		0		1	
JANVIER	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
FEVRIER	1		1		1		1		4		0
		0		0		0		0		0	
MARS	0		1		1		1		3		0
		0		0		0		0		0	
AVRIL	1		1		1		1		4		25
		0		1		0		0		1	
MAI	1		1		1		0		3		0
		0		0		0		0		0	
JUIN	0		0		0		0		0		0
		0		0		0		0		0	
JUILLET	1		1		1		0		3		0
		0		0		0		0		0	
AOUT	1		1		1		1		4		0
		0		0		0		0		0	
SEPTEMBRE	1		1		1		0		3		66,7
		0		1		1		0		2	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	9		10		10		5		34	↓	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		1		2		1		0	→	4	↓
POSITIFS		11,1		20		10		0	→		11,8

RECHERCHE DES BACTERIOPHAGES

USINE DES EAUX DE LUNEVILLE

2ème ANNEE

LIEUX DE PRELEVEMENTS											RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
PRELEVEMENTS AU MOIS	POINT N° 1		POINT N° 1 bis		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectues	Positifs	%
	Ellec.	Positifs	Ellec.	Positifs	Ellec.	Positifs	Ellec.	Positifs	Ellec.	Positifs			
OCTOBRE	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
NOVEMBRE	1		1		1		1		1		5		40
		1		1		0		0		0		2	
DECEMBRE	1		1		1		1		1		5		60
		1		1		1		0		0		3	
JANVIER	1		0		1		1		1		4		25
		1		0		0		0		0		1	
FEVRIER	1		1		1		1		1		5		20
		0		1		0		0		0		1	
MARS	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
AVRIL	1		1		1		1		1		5		20
		1		0		0		0		0		1	
MAI	1		1		1		1		1		5		20
		1		0		0		0		0		1	
JUIN	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
JUILLET	1		1		1		1		1		5		0
		0		0		0		0		0		0	
AOÛT	1		1		1		1		1		5		20
		0		1		0		0		0		1	
SEPTEMBRE	0		1		1		1		1		4		0
		0		0		0		0		0		0	
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	11		11		12		12		12		58		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS		5		4		1		0		0		10	
POSITIFS %	45, 4		36, 4		8, 3		0		0				17, 2

TABLEAU N XXXIX
RECHERCHE DES ENTEROVIRUS
USINES DES EAUX DE LUNEVILLE

2ème ANNÉE

PRELEVEMENTS AU MOIS		LIEUX DE PRELEVEMENTS										RESULTATS TOTAUX MENSUELS		
		POINT N° 1		POINT N° 1 bis		POINT N° 2		POINT N° 3		POINT N° 4		NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
		NOMBRE DE PRELEVEMENTS										Effectués	Positifs	
		Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs	Effect.	Positifs			
OCTOBRE	1		1		1		1		1		5		20	
		0		0		1		0		0		1		
NOVEMBRE	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
DECEMBRE	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
JANVIER	1		0		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		0		
FEVRIER	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
MARS	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
AVRIL	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
MAI	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
JUIN	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
JUILLET	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
AOÛT	1		1		1		1		1		5		0	
		0		0		0		0		0		0		
SEPTEMBRE	0		1		1		1		1		4		0	
		0		0		0		0		0		0		
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES		11		11		12		12		12		58	↓	↓
NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS			0		0		1		0		0	→	1	
POSITIFS %			0		0		8,3		0		0	→		

Lunéville comme à Nancy, les systèmes d'épuration qui précèdent la stérilisation ne suffisent pas pour détruire la flore bactérienne. Le chlore et l'ozone utilisés comme stérilisants paraissent efficaces, néanmoins l'échantillonnage réalisé fut si peu important qu'il n'est pas possible de tirer des conclusions définitives.

Ces réserves semblent particulièrement justifiées par les faits suivants :

Au cours de notre étude, un laboratoire étranger nous a adressé aux fins d'analyses 25 prélèvements effectués dans les usines de traitement des eaux où la stérilisation était effectuée par des procédés identiques. Sur ces 25 échantillons d'eau destinée à la distribution, 3 ont révélé la présence d'entérovirus, soit 12 %.

De telles constatations ont déjà été effectuées par COIN (13) dans l'eau de distribution d'une grande ville française.

A la lumière de ces résultats, il faut attirer l'attention sur le fait qu'une déficience ou un mauvais fonctionnement des installations de filtration peut rendre les procédés de stérilisation (ozone et chlore) partiellement ou complètement inefficaces.

IV - Commentaires généraux des résultats quantitatifs

La comparaison des résultats précédents (tableau n° 40) permet de tirer les conclusions suivantes :

A) dans le **milieu HYDRIQUE**, considéré dans son ensemble, la population globale des germes d'origine fécale recherchés (salmonelles, bactériophages et entérovirus) présente des taux de positivité décroissants selon la nature de l'eau envisagée (égouts, rivières, eaux d'alimentation).

Ceci ne saurait surprendre, mais souligne en fait que :

1) les égouts, réceptacles obligés des exonérations humaines, constituent un réservoir de virus permanent particulièrement important. Leur recherche et leur numération éventuelle donne une image relativement exacte de la circulation des germes fécaux.

2) les rivières, où se déversent ces égouts, offrent une contamination non moins évidente qui, sans être massive, apparaît tout aussi importante. Bien que plus diluée la pollution semble relativement forte en fonction de notre exploration qui n'a intéressé qu'une infime partie du cours d'eau considéré.

3) cette eau de rivière non traitée, destinée à l'alimentation de l'homme, est incontestablement souillée et bien que la contamination soit plus intermitten-

TABLEAU N° XL

RESULTATS QUANTITATIFS TOTAUX

PRELEVEMENTS EN	EGOUTS			RIVIERES			EAU D'ALIMENTATION			TOTAL		
	NOMBRE DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	NOMBRE DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	NOMBRE DE PRELEVEMENTS		POSITIFS	NOMBRE DE PRELEVEMENTS		POSITIFS
	Effectués	Positifs		Effectués	Positifs		Effectués	Positifs		Effectués	Positifs	
SALMONELLA	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	261					162			697		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	4		10			0				16	
	POSITIFS		3,1		3,6			0				2,6
BACTERIOPHAGES	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	152					106			496		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	149		143			17				304	
	POSITIFS		98		60			11,3				61,3
ENTEROVIRUS	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS EFFECTUES	261					162			697		
	NOMBRE TOTAL DE PRELEVEMENTS POSITIFS	92		25			13				130	
	POSITIFS		35,2		9,1			8				18,6

te et moins importante, elle existe à des degrés divers à tous les stades du traitement d'épuration.

B) si l'on analyse **CHACQUE GROUPE DE GERMES** d'origine fécale qui a servi de base à notre étude, on ne peut manquer de remarquer :

1) le très petit nombre de salmonelles isolées (2, 6 %). Ce fait tendrait à prouver, ou bien que la pollution par les germes du groupe typhi-paratyphique est peu fréquente, ou bien que la technique utilisée pour leur mise en évidence est insuffisante ou bien encore que leur résistance dans le milieu hydrique est de beaucoup inférieure à celle des autres catégories de germes isolés. Cependant, si l'on compare les cas de salmonelloses déclarés dans le même temps et intéressant un secteur géographique identique, on peut affirmer qu'il existe une concordance parfaite entre la clinique humaine (9 cas en 2 ans) et la rareté des salmonelles dans le milieu hydrique environnant (18 sérotypes isolés).

2) le nombre particulièrement élevé de bactériophages (61, 3 %). leur présence est particulièrement constante et notable dans les égouts et dans une moindre proportion dans les rivières. Seules les eaux d'alimentation semblent faire exception, ce qui conduirait à admettre que les premiers stades du traitement d'épuration paraissent détruire les phages apportés par les eaux brutes.

3) la confirmation de données déjà connues et énoncées par d'autres auteurs au sujet des entérovirus à savoir leur ubiquité et leur constance dans le milieu extérieur, la variation de leur nombre dans l'espace et dans le temps, leur fluctuation saisonnière enfin.

Leur ubiquité et leur constance font qu'on les rencontre partout dans le milieu hydrique. Ils y existent à des taux relativement élevés, surtout dans les égouts. (35, 2 %). De plus convient-il de souligner le rapport qui existe entre le taux de pollution et la densité de la population desservie par le réseau d'égouts. Ainsi de Damelevières à Nancy, la charge des entérovirus augmente régulièrement dans le même sens que le nombre d'habitants et en fonction des groupes socio-économiques des localités considérées.

villes	% de positifs	Nombre d'habitants
Damelevières	14, 3 %	2 500
Toul	37 %	18 000
Nancy	45, 3 %	132 000

Le taux de positivité globale de 35, 2 % mentionné précédemment est très comparable à celui avancé par BLOOM et coll. (3) à la suite d'une étude analogue effectuée en 1957 sur les eaux d'égouts de Lansing et East-Lansing

(Michigan) et qui se monte à 32, 6 %.

De même LAPINLEINU et PENTTINEN (49) à Helsinki et Jyväskylä, en 1960, trouvent 44, 8 % de résultats positifs alors qu'en 1961 et sur le même nombre d'échantillons analysés ce pourcentage n'est plus que de 10, 9 %. Les auteurs mentionnent les pourcentages de positivité obtenus parallèlement dans les échantillons de selles qui sont de 23, 7 % pour 1960 et 8, 3 % pour 1961.

Reflet de la population entérovirale sus-jacente, celle des eaux d'égouts en subit donc les variations en les amplifiant. Dès lors, la recherche des entérovirus dans les eaux usées apparaît comme une méthode pratique de détermination de leur présence dans une collectivité. Cette notion a du reste été avancée par BLOOM et coll. (3) dans cette étude comparative de leurs propres résultats obtenus en égouts et ceux de GELFAND (29) et HONIG et coll. (37) à partir de selles.

Les pourcentages de positivité en rivières, quoique nettement plus faibles (9, 1 %), ne sont cependant pas négligeables. Encore paraît-il opportun de mentionner leur variabilité en fonction du cours d'eau exploré, ce qui se traduit par une double opposition, entre la Meurthe et la Moselle dont les régimes sont très différents et entre les résultats obtenus dans la Meurthe, dans le secteur de Nancy, au cours de la 1ère année et de la 2ème année (respectivement 44 % contre 0 %). L'application du test statistique χ^2 à cette variation permet d'affirmer que, en aucun cas, elle n'est fortuite et due au hasard.

Cette variabilité se retrouve dans les résultats obtenus par COIN (13) au cours des années 1961 - 1962 et 1963 dans les eaux de la Seine et les eaux de la Marne.

Dans notre étude, la fréquence des entérovirus dans les eaux d'alimentation est non négligeable. En effet, sur 162 prélèvements effectués, 13 (8 %) se sont révélés positifs dont 5 (2 en eau de source et 3 en eau traitée) dans le réseau de distribution.

La fluctuation saisonnière de l'écologie des entérovirus se trouve confirmée par nos résultats. En égouts, les pourcentages de positivité sont très nettement plus élevés pendant la période allant de juin à novembre avec un maximum au cours de ce dernier mois (68 %). Pour les rivières, le fait est encore plus marquant puisque tous les entérovirus isolés l'ont été à partir d'échantillons collectés entre mai et novembre (1ère année).

Ces données sont en parfait accord avec celles des différents auteurs qui ont étudié ce problème des entérovirus dans les eaux usées. Cependant, si cette existence saisonnière suit le même schéma avec maximum estivo-automnal,

elle semble manifester un décalage vers le début de l'hiver ; celui-ci est encore plus net dans les rivières. Peut-être faut-il voir là le temps nécessaire aux entérovirus pour diffuser dans les eaux de surface.

De tels faits sont signalés dans la région du Sud-Est par O. G. GAUDIN in SOHIER (78), par CHAIX (7) et par MAURIN et coll, pour 1959 et 1960 (58), (59).

De leur côté, KELLY et SANDERSON observent 80 % de prélèvements positifs en eaux usées pendant les mois d'été contre 50 % en juin et novembre et moins de 10 % de janvier à mai (1957) (42).

De même BLOOM et coll. (3) étudiant de 1955 à 1957 les eaux usées des localités du Michigan notent un maximum d'isolements positifs de juillet à novembre avec un pic en août (29 %).

MELNICK et coll. (60) de 1948 à 1952 observent des taux particulièrement élevés de juillet à octobre avec un maximum marqué en août (41, 5 %).

C) L'étude comparative des **DEUX GROUPES DE VIRUS FECAUX** (bactériophages et entérovirus) ne permet pas d'établir une relation valable entre eux. En particulier l'absence de phages dans une eau d'alimentation traitée ne permet en aucun cas d'affirmer l'absence parallèle d'entérovirus. La destruction du bactériophage ne semble donc pas pouvoir servir de critère de pureté entérovirale d'une eau.

QUATRIEME PARTIE

RESULTATS QUALITATIFS

Les variétés d'organismes identifiés sont les salmonelles, les bactériophages et les entérovirus.

Nous étudierons la répartition qualitative et graphique de chacun d'entre eux et nous essaierons de tirer les conclusions que suggère l'étude de ces différents résultats.

I - SALMONELLES

La recherche des salmonelles a, pendant toute la durée de l'enquête (1ère et 2ème année), permis d'identifier les types suivants : (tableau n° 41)

Les 18 souches isolées se répartissent en 2 groupes : B et C1 (classification de KAUFFMANN et WHITE)

- 15 dans le groupe B, soit 83, 3 %
 - dont 6 *Salmonella paratyphi* B (L var. 4)
 - 4 *Salmonella st paul*
 - 3 *Salmonella dundee*
 - 2 *Salmonella bredeney*
- 3 dans le groupe C1, soit 16, 7 %
 - dont 2 *Salmonella monteideo*
 - 1 *Salmonella mission*

Commentaires

Au cours de cette étude, aucune souche de *Salmonella typhi* et de *Salmonella paratyphi* A n'a été isolée ; par contre, on remarque la proportion très élevée de *Salmonella paratyphi* du groupe B.

Malgré les faibles taux de positivité, la lecture du tableau n° 41 fait apparaître :

- a) l'ubiquité de *Salmonella paratyphi* B. que l'on retrouve aussi bien en égout qu'en rivière.
- b) l'isolement de *Salmonella st paul* uniquement dans les rivières, alors

TABLEAU N° XLI
REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES
DE SALMONELLA EN FONCTION
DES CATEGORIES D'EAU EXAMINEES

SALMONELLA SOUCHES ISOLEES	ISOLEES A	EGOUTS		RIVIERES			T O T A L	POURCENTAGE PAR RAPPORTS AUX POSITIFS
		NANCY	TOUL	NANCY	LUNEVILLE	TOUL		
GROUPE B	S. paratyphi. B	1	1	3	1	0	6	33,3
	S. bredeney	2	0	0	0	0	2	11,1
	S. saint-paul	0	0	0	2	2	4	22,2
	S. dundee	3	0	0	0	0	3	16,7
	TOTAL	6	1	3	3	2	15	83,3
GROUPE C1	S. montevideo	1	0	1	0	0	2	11,1
	S. mission	0	0	1	0	0	1	5,5
	TOTAL	1	0	2	0	0	3	16,7
TOTAL GENERAL		7	1	5	3	2	18	

que *Salmonella dundee* n'est retrouvée que dans les égouts.

En ce qui concerne l'épidémiologie, il eut été intéressant de comparer les types de salmonelles isolées dans le milieu extérieur, avec ceux responsables de cas cliniques durant la même période et dans le même secteur géographique ; malheureusement, sur les 9 cas de salmonelloses déclarées à la direction départementale de l'action sanitaire et sociale, nous n'avons pu retrouver que 2 des types responsables : l'un est *Salmonella typhi* et l'autre appartient au groupe B (*Salmonella dundee*).

II - BACTERIOPHAGES

Les résultats concernant la recherche et l'identification des bactériophages durant les 2 années, sont consignés dans le tableau n° 42 dont la lecture permet de mettre en évidence les faits suivants :

- en égouts, le taux de positivité est sensiblement équivalent en ce qui concerne les phages coli et les phages dysentériques (93, 3 % contre 83, 9 %) avec une discrète prédominance des premiers, quelle que soit la localisation géographique.

- en rivières, les phages dysentériques semblent prédominer vraisemblablement en raison de leur polyvalence.

- Enfin, en eaux d'alimentation, aux différents stades de traitement les phages sont à des taux très faibles avec une fréquence plus marquée (75 %) des phages *Shigella* ; encore faut-il signaler que les résultats positifs trouvés sont strictement limités aux phases antérieures à la stérilisation par le chlore et l'ozone.

A la prédominance des phages coli-dysentériques, il faut opposer l'extrême rareté des phages typhi ; leur nombre très réduit, rapporté aux résultats de la recherche des *Salmonella* est cependant bien conforme avec l'absence quasi totale de bacilles d'Eberth dans les milieux examinés. De plus, il convient de signaler que l'étude des plages qu'ils ont données, ne permet guère d'affirmer qu'ils soient les témoins de la présence antérieure de bacilles typhiques.

III - ENTEROVIRUS

A - Répartition qualitative des souches isolées

Les 150 souches d'entérovirus ont été isolées à partir de 130 prélèvements positifs sur 697 échantillons analysés (égouts, rivières, eaux d'alimentation). Les résultats qualitatifs généraux de cette étude sont consignés dans le tableau n° 43. Le détail des types isolés à l'intérieur de chaque groupe s'établit comme suit :

TABLEAU N° XLII
REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES
DE BACTERIOPHAGES EN FONCTION
DES CATEGORIES D'EAU EXAMINEES

A ISOLEMENT EN	EGOUTS			RIVIERES			EAU D'ALIMENTATION		
	COLI	SHIGELLA	TYPHI	COLI	SHIGELLA	TYPHI	COLI	SHIGELLA	TYPHI
NANCY	44 97,8			64 96,5			0 0		
		40 88,9			70 94,6			0 0	
			3 6,7			10 13,5			0 0
LUNEVILLE	16 100			37 71,1			5 41,7		
		14 87,5			47 90,4			9 75	
			1 6,2			3 57,7			0
TOUL	64 91,4			2 28,6					
		58 82,8			6 85,7				
			7 10			0 0			
BACCARAT	11 84,6			3 37,5					
		9 69,2			7 87,5				
			1 7,7			0 0			
DAMELEVIERES	4 80			2 100					
		4 80			2 100				
			0 0			0 0			
TOTAL	139 93,3			108 75,5			5 41,7		
		125 81,9			132 92,3			9 7,5	
			12 8			13 9,1			0 0
	SUR 149 POSITIFS			SUR 143 POSITIFS			SUR 12 POSITIFS		

TABLEAU N° XLIII

Nombre de prélèvements examinés	:	697
Nombre de prélèvements positifs	:	130
Nombre de souches isolées	:	150
Nombre de souches d'entérovirus classés	:	119
 POLIOVIRUS	:	 18
Type 1	:	11
Type 2	:	1
Type 3	:	6
 VIRUS COXSACKIE	:	 68
Groupe A	:	11
Groupe B	:	57
Type B1	:	1
Type B3	:	7
Type B5	:	31
Non typés	:	18
 VIRUS ECHO	:	 33
Type 1	:	8
Type 4	:	1
Type 7	:	11
Type 12	:	1
Non typés	:	12
 ENTEROVIRUS NON CLASSES	:	 31

1) Virus Poliomyélitiques

Isolés : 18 = 12, 2 % des entérovirus

dont type 1 : 11

type 2 : 1

type 3 : 6

Le type 1 prédomine nettement (61, 1 %), puis le type 3 (33, 3 %) et le type 2 (5, 5 %).

2) Virus Coxsackie

Isolés : 68 = 45, 3 % des entérovirus

dont Coxsackie du groupe A : 11

Coxsackie du groupe B : 57

dont Sérotype B1 : 1

Sérotype B3 : 7

Sérotype B5 : 31

Non typés : 18

On remarque que le groupe B apparaît plus fréquent que le groupe A (83,3 % contre 13, 6 %) et que parmi les types B typés l'ordre de fréquence montre une prédominance du type B5 (54, 3 %), puis du type B3 (12, 2 %) et enfin du type B1 (1, 7 %). Le type B5 représente à lui seul 20, 6 % du total des entérovirus isolés.

3) Virus ECHO

Isolés : 33 = 22 % des entérovirus

dont type 1 : 8

type 4 : 1

type 7 : 11

type 12 : 1

Non typés : 12

Dans ce groupe, le type 7 prédomine (33, 3 %), puis le type 1 (24, 2 %), puis les types 4 et 12 (3, 3 %).

4) Virus non classés

Isolés : 31 = 20, 6 % des entérovirus

Parmi ceux-ci, 2 sont en cours de différenciation entre virus poliomyélique et virus Coxsackie. Les 29 autres souches représentent en fait :

- pour 16 d'entre elles, des souches perdues au cours des différents passages ou stockages. Deux d'entre elles n'ont été isolées que sur cellules embryonnaires de lapin (muscle et rein) sans aucune possibilité de passage se-

condaire sur tous les autres systèmes cellulaires utilisés. Les 5 autres ont été obtenues sur cellules K. B. (3) et sur cellules de rein de singe (2).

- les 13 souches restantes sont en cours de typage, dont 8 positives uniquement sur cellules de rein de singe, non neutralisés par les sérums poliomyélitique et Cocksackie B1 à B5, sont vraisemblablement des virus ECHO.

5) Autres virus

Aucun autre virus pouvant être éventuellement rencontré dans les selles (herpès, adénovirus) n'a été isolé. Si d'autres auteurs, comme COIN (12), ont signalé avoir identifié des adénovirus type 1, 2, 3, 6, 7 et 1 virus syncitial, KELLY et coll. (43) ont obtenu des résultats identiques aux nôtres, ce qui semble indiquer que les virus herpétiques et les adénovirus ne persistent pas longtemps dans le milieu extérieur.

De toute façon, leur résistance est très différente de celle des entérovirus, en particulier dans les eaux d'égouts où la pollution chimique est prépondérante.

Remarquons que la comparaison de chacun des groupes d'entérovirus entre eux permet de souligner la prédominance des virus Cocksackie (45, 3 %) par rapport aux autres types rencontrés, soit, par ordre de fréquence, virus ECHO (22 %) et virus poliomyélitique (12, 2 %).

Il nous a semblé intéressant de comparer la répartition de ces résultats avec celle obtenue par d'autres auteurs au cours d'essais identiques aux nôtres ou avec celle provenant d'identifications cliniques, tant dans le cadre régional que pour d'autres régions de France.

1) Dans le cadre régional

En Lorraine

Durant une période et dans des secteurs géographiques identiques à ceux de notre étude, E de LAVERGNE et coll. (17) ont, dans le laboratoire de virologie du Centre Hospitalo-Universitaire de Nancy, isolé 37 entérovirus dont :

Poliovirus	: 18	 type 1	: 17
		type 3	: 1
Virus Cocksackie	: 9	 type B5	: 5
Virus ECHO	: 10		

En Alsace

SURJUS et coll. (80) isolent, en 1961, 129 entérovirus :

Poliovirus	: 70
Virus Cocksackie	: 47
Virus ECHO	: 12

On note un parallélisme de fréquence des virus Cocksackie qui sont très répandus dans la région alsacienne, mais dont les sérotypes ne soulignent pas l'importance du type B5.

2) Dans d'autres régions de France

Région de Lyon - Saint-Etienne

CHAIX (17), sur 184 souches isolées, dénombre :

Poliovirus	: 147	 type 1	: 97
		type 2	: 33
		type 3	: 16
		non typés	: 1
Virus Cocksackie	: 21	 type B1	: 4
		type B2	: 4
		type B3	: 4
		type B4	: 4
		type B5	: 1
		non typés	: 4

Virus ECHO : 16

Parmi ceux-ci les types 6 et 19 prédominent.

Région du Sud-Ouest

ENJALBERT (24), durant les années 1958 et 1959, a obtenu les résultats suivants :

	1958	1959
Poliovirus	21	65
type 1	13	11
type 2	3	2
type 3	5	52
Virus Cocksackie	0	3
Groupe B	0	3
Virus ECHO	14	1
Entérovirus non classés	18	16

Région Parisienne

COIN (12), au cours d'études sur la pollution des eaux de surface et d'alimentation, a obtenu les résultats rassemblés dans le tableau suivant :

Nombre et types de virus isolés au cours des années 1959-1960-1961-1962	
Poliomyélitique type I	45
Poliomyélitique type II	21
Poliomyélitique type III	24
Adénovirus types 1, 2, 3, 6, 7	18
Entérovirus non typables	21
Coxsackie B1, B3, B5	5
Echo type 2	3
Virus Syncytial	1
En cours d'identification ou de type indéterminé	72
Total	210
Nombre de prélèvements correspondants	1 304
Pourcentage de résultats positifs	16, 1 %

(COIN L. In "La technique de l'eau " 1963, 17, 27-32)

La comparaison avec ces résultats semble difficile, car, à part en ce qui concerne ceux de COIN, ils correspondent en grande partie à des cas cliniques et montrent une nette prédominance des virus poliomyélitiques.

B - Aspect virologique des isolements

1) Infections mixtes

17 échantillons sur 130 (13, 8 %) ont entraîné une infection mixte :

- triple dans deux cas

- l'un avec la présence simultanée d'un virus Coxsackie B5 (sur cellules) d'un virus Coxsackie A non typé (sur souriceau) et d'un ECHO 1.

- l'autre avec deux souches de poliovirus type 1 et 3 et un virus Coxsackie B non typé.

- double dans 15 cas

- 2 poliovirus, l'un de type 2, l'autre de type 3
- 1 poliovirus et 1 virus Cocksackie A non typé
- 1 poliovirus 1 et 1 virus Cocksackie B5
- 1 poliovirus 1 et 1 virus Cocksackie B non typé
- 1 poliovirus 3 et 1 virus Cocksackie B non typé
- 1 virus Cocksackie B5 et 1 virus Cocksackie A non typé
- 1 virus Cocksackie A et 1 virus Cocksackie B non typé
- 1 virus Cocksackie B5 et 1 virus Cocksackie B3
- 1 virus Cocksackie B5 et 1 virus Cocksackie B non typé
- 1 virus Cocksackie B5 et 1 virus ECHO 1
- 1 virus Cocksackie B non typé et 1 virus ECHO 1
- 1 virus Cocksackie B5 et 1 virus ECHO 7
- 1 virus Cocksackie B5 et 1 entérovirus non classé
- 1 virus ECHO 7 et 1 entérovirus non classé
- 1 virus ECHO 1 et 1 entérovirus non classé

L'importance de ces infections mixtes mérite d'être soulignée. Elles semblent en effet, être plus fréquentes dans les échantillons d'eaux d'égouts que dans ceux de matières fécales ordinaires ; il ne faut pas oublier cependant qu'elles peuvent se produire dans les 2 cas. Néanmoins, elles créent des complications diagnostiques, en particulier, lorsqu'un poliovirus se trouve associé à un autre virus à effet cytopathogène plus lent.

Le dernier mot appartient à la sérologie et il convient de souligner l'intérêt de l'utilisation primaire de la méthode des plaques pour la différenciation de ces populations mixtes.

La présence d'un mélange se développant simultanément sur un même milieu cellulaire et non neutralisé par un seul type de sérum peut, en effet, donner l'impression que l'on a isolé un seul virus non typable.

2) Sensibilité des systèmes d'isolement utilisés

Il paraît intéressant d'envisager quelle a été la fréquence d'isolement des entérovirus par rapport aux systèmes cellulaires utilisés et aussi comparativement avec les réponses données par l'inoculation des échantillons au souriceau nouveau-né (tableau n° 44).

La lecture de ce tableau fait apparaître les faits suivants :

- la majorité des poliovirus a été isolée sur cellules de rein de singe (14 sur 18, soit 77, 7 %), en particulier, le type 3 (6 sur 6, soit 100 %).
- la quasi totalité des virus ECHO a été isolée sur cellules de rein de singe (32 sur 33) et, comme pour les poliovirus, aucun ne s'est révélé sur souriceau nouveau-né.

TABLEAU N XLIV

SOUCHES D'ENTEROVIRUS ISOLEES

EN FONCTION DES DIFFERENTS SYSTEMES D'INFECTION

Cultures cellulaires et Souches nouvelles

ISOLEMENT TYPES D'ENTEROVIRUS	SUR CELLULES					SUR SOURCEAUX			
	R. S.	K. B.	R. S. K. B.	Cellules Embryon. de lapin		SEULS	Cellules		
				Muscle	Rein		R. S.	K. B.	C. Embryon.
POLIOVIRUS									
TYPE 1	8	2	1						
TYPE 2		1							
TYPE 3	6								
TOTAL	14	3	1						
VIRUS COXSACKIE									
GROUPE A						9			2
GROUPE B									
TYPE B ₁		1							
TYPE B ₂		6					1		
TYPE B ₃	1	23 (a)	1			1		5	
NON TYPES						13	2	1	2
TOTAL	1	30	1			14	3	6	2
VIRUS ECHO									
TYPE 9	7	1							
TYPE 4	1								
TYPE 7	11								
TYPE 12	1								
NON TYPES	12								
TOTAL	32	1							
ENTEROVIRUS NON IDENTIFIES	9	9	1	12					
TOTAL GENERAL	56	43	3	12		23	3	6	4

* 110 échantillons seulement

* 80 échantillons seulement

(a) Toutes les souches se développent sur R. S. au 2ème passage à partir de K. B.

- par contre la totalité des virus Cocksackie A a été identifiée sur les sourceaux. Deux souches ont donné simultanément des lésions en cellules embryonnaires de lapin.

- parmi les souches de Cocksackie B, 36 sur 57 (63, 3 %) ont été isolées sur cellules de souches K. B. et 4 seulement sur cellules de reins de singe. Ce fait est à signaler, car il est en contradiction avec tous les résultats admis jusqu'à présent qui veulent que les cellules de rein de singe soient les plus sensibles à ce groupe d'entérovirus (RHODES et VAN ROYEN (73), KELLY (43), DALLDORF (15), bien que des différences puissent être constatées d'un laboratoire à l'autre (O. G. GAUDIN in SOHIER) (78).

- sur 57 souches de virus Cocksackie B, 25, soit 43, 8 %, ont été identifiées sur sourceau nouveau-né. Parmi ces 25 souches, 11 ont été isolées simultanément sur culture cellulaire (3 sur cellules de rein de singe, 6 sur cellules K. B., 2 en cellules embryonnaires). Il est remarquable par ailleurs, que les souches de virus Cocksackie B5 aient été isolées 28 fois sur cellules et 6 fois sur sourceau, une seule souche n'ayant pas été obtenue sur culture cellulaire.

- plusieurs des souches d'origine cellulaire réinoculées à l'animal n'ont donné aucun résultat et un certain nombre de celles isolées sur sourceau n'ont pu être réadaptées en culture cellulaire (15 %).

- enfin, il s'est fréquemment avéré qu'à partir d'un même échantillon à infection mixte, un virus d'un type donné ait été isolé sur un système cellulaire et un virus d'un autre type sur un autre système cellulaire, bien que l'un et l'autre de ces systèmes se soient révélés sensibles aux deux types de virus.

En ce qui concerne notre expérimentation, il convient de souligner la contradiction qui réside dans le fait de la plus grande fréquence des isolements de virus Cocksackie B sur cellules. Cette contradiction n'est sans doute qu'apparente et peut s'expliquer par les faits suivants :

- tout d'abord, le nombre d'animaux que nous avons inoculé par portée a été probablement trop faible.

- nous n'avons utilisé qu'une seule voie d'inoculation, la voie intracérébrale, bien qu'il ait été recommandé par DALLDORF (16) d'avoir recours simultanément aux voies intracérébrale, intrapéritonéale et sous-cutanée. Ceci a d'ailleurs été confirmé par les résultats de JOHNSON (39) qui a isolé 3 fois plus souvent les virus Cocksackie B en utilisant cette triple inoculation que par la voie intracérébrale seule. Par ailleurs, GELFAND (30) insiste aussi sur l'importance de la voie d'inoculation. Il isole, en effet, les virus Cocksackie B plus souvent après inoculation par voie intracérébrale et les virus Cocksackie A en utilisant la voie sous-cutanée ou intrapéritonéale.

- le cannibalisme des mères, enfin, constitue un écueil sérieux dans les isolements malgré les précautions prises. Nous avons constaté en outre qu'il est beaucoup plus marqué après inoculation avec des éluats d'eaux d'égouts.

Les eaux d'égouts qui contiennent en abondance des matières fécales,

constituent, comme l'écrit KELLY (43), un matériel remarquable pour comparer les diverses méthodes d'isolement utilisables dans la recherche des entérovirus. Nos constatations permettent de confirmer que le choix de l'organisme hôte pour ces isolements constitue un "facteur critique", d'où nécessité absolue d'utiliser l'inoculation, d'une part, au souriceau nouveau-né, d'autre part, aux cultures cellulaires.

Lorsqu'on utilise les systèmes cellulaires, il est recommandé d'employer simultanément un ou deux types de cellules en lignée continue et un ou deux types de cellules de primo-explantation (cellules de rein de singe ou cellules amniotiques par exemple).

L'inoculation au souriceau doit, en tout état de cause, être effectuée selon la triple voie précédemment indiquée.

L'utilisation exclusive de cultures de tissus limite, en effet, considérablement le nombre de virus isolés surtout dans les égouts. Ce fait a déjà été signalé par KELLY (40) qui, dans ses expériences, utilise 7 techniques différentes : souriceau, cellules amniotiques, de rein de singe et Hela en tubes et plaques. Cet auteur observe d'ailleurs que plusieurs types de virus sont souvent isolés dans des milieux différents. Par exemple, à partir d'un même échantillon, il obtient un virus Cocksackie A 10 sur souriceau, un virus ECHO 6 en tube de rein de singe, 1 poliovirus type 1 sur plaques de rein de singe et un virus ECHO 6 associé à 1 virus Cocksackie B5 sur cellules amniotiques. De plus, il nous est apparu que 2 passages successifs sur le même type de cellules est insuffisant et que 3 passages pourraient être considérés comme un minimum recommandé.

En effet, nos résultats montrent que 17 % seulement des souches ont été isolées sur cellules de rein de singe au 1er passage, alors que 83 % ont été décelées lors du 2ème passage. En cellules K. B., nous avons effectué 3 passages successifs, 30 % des souches se sont révélées lors du premier, 55 % au deuxième et 15 % au troisième de ces passages.

C - Entérovirus et environnement hydrique

Nous étudierons ici la répartition des différents types d'entérovirus selon la variété d'eaux analysées au cours des 2 années (Tableau n° 45)

1) Les virus poliomyélitiques

Si, dans les eaux d'égouts, les poliovirus sont trouvés dans 14,5 % des prélèvements positifs, avec une prédominance des deux types 1 et 3, dans les rivières, ce pourcentage est de 7,7 % et n'intéresse plus que le type 1. Aucun poliovirus n'a été isolé dans les eaux d'alimentation.

TABLEAU N° XLV
REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES
D'ENTEROVIRUS EN FONCTION
DES CATEGORIES D EAU EXAMINEES

LOCALISATION		EGOUTS	RIVIERES	EAU D'ALIMENTATION	TOTAL
TYPE D'ENTEROVIRUS					
POLIOVIRUS	TYPE 1	9	2	0	11
	TYPE 2	1	0	0	1
	TYPE 3	6	0	0	6
TOTAL		16 (14,5 %)	2 (7,7 %)	0 (0 %)	18
VIRUS COXSACKIE					
GROUPE A		6	5	0	11
GROUPE B	TYPE B ₁	1	0	0	1
	TYPE B ₃	6	0	1	7
	TYPE B ₅	20	4	7	31
	NON TYPES	13	3	2	18
TOTAL		46 (41,8 %)	12 (46,1 %)	10 (71,4 %)	68
VIRUS ECHO					
TYPE 1	TYPE 1	7	1	0	8
	TYPE 4	1	0	0	1
	TYPE 7	8	2	1	11
	TYPE 12	1	0	0	1
	NON TYPES	12	0	0	12
TOTAL		29 (26,3 %)	3 (11,5 %)	1 (7,1 %)	33
ENTEROVIRUS non classes		19	9	3	31
TOTAL GENERAL		110	26	14	150

2) Les virus Cocksackie

La répartition des virus Cocksackie s'établit comme suit :

- égouts : 41, 8 % des prélèvements positifs avec 43, 4 % du type B5.
- eaux de rivières : 46, 1 % des prélèvements positifs avec 33, 3 % du type B5.
- eaux d'alimentation : 71, 4 % des prélèvements positifs avec 70 % du type B5.

3) Les virus ECHO

La distribution des virus ECHO est la suivante :

- eaux d'égouts : 26, 3 % des prélèvements positifs avec double prédominance des types 7 et 1.
- eaux de rivières : 11, 5 % des prélèvements positifs avec les mêmes caractères de prévalence de types.
- eaux d'alimentation : 7, 1 % des prélèvements positifs avec présence d'un seul virus ECHO du type 7.

4) Commentaires

De ces résultats nous pouvons déduire que la population virale des eaux d'égouts est très polymorphe avec une prédominance des virus Cocksackie B et en particulier du sérotype B5.

Si les virus Cocksackie A sont trouvés dans les égouts et les rivières, aucun d'entre eux n'a pu être isolé à partir d'eaux d'alimentation. Par contre, il faut souligner la présence des virus Cocksackie B et plus précisément du type B5 dans les échantillons d'eaux d'alimentation.

Nos résultats apparaissent dissemblables de ceux obtenus par d'autres auteurs dans des lieux géographiques et des années différentes en ce qui concerne la répartition des groupes d'entérovirus, en particulier des virus Cocksackie. Si les pourcentages sont voisins des nôtres, les types isolés, par contre, sont très variables dans le temps et dans l'espace. C'est ainsi que KELLY (40), dans les usines de traitement des eaux d'égouts de l'état de New-York, a isolé pendant les années 1954-1955 et 1956, les groupes suivants :

	1954/55	1956
Poliovirus	21 %	18 %
Virus Cocksackie	42 %	47 %
Virus ECHO	0 %	18 %
Entérovirus non classés	3 %	6 %

Parmi les virus Coxsackie, la fréquence des types A et B était peu différente dans les deux premières années alors que les virus Coxsackie A étaient nettement prédominants pendant l'année 1956. De même BLOOM (3), recherchant les entérovirus dans les usines de traitement des eaux usées de Lansing et de East Lansing a isolé 150 souches qui se répartissent comme suit :

Poliovirus	4
Virus Coxsackie	76
Virus ECHO	31
Entérovirus non classés	17
Souches perdues	22

Par contre, LAPINLEINU et PENTTINEN (49), dans une étude des eaux d'égouts effectuée en Finlande, isolent une forte proportion de virus ECHO de type 7 pendant l'année 1960. Il faut cependant noter que, durant cette période, s'était développée dans la population des villes intéressées une épidémie due à ce type de virus, déterminant ainsi une haute incidence de virus ECHO 7 dans les égouts. Le détail des souches isolées par ces auteurs est donné ci-dessous :

	1960	1961
Poliovirus type 1	5	4
type 3	5	0
Virus Coxsackie type B5	0	2
Virus ECHO type 7	23	2
type 9	6	9
type 11	25	0

Il faut noter l'absence de virus Coxsackie B5 en 1960 et une timide apparition de ce type en 1961.

D - Entérovirus et secteurs névralgiques

Nous envisagerons maintenant les résultats obtenus en fonction de certains points névralgiques du réseau hydrique (eaux usées, de surface et d'alimentation) et étudierons dans quelle mesure ils interviennent dans la distribution et dans les fluctuations des différents groupes de virus isolés ou des différents types parmi les groupes.

1) Secteurs névralgiques urbains et eaux d'égouts

La planche n° 1 représente la répartition des virus isolés dans les égouts de la ville de Nancy, en fonction de la localisation urbaine des différents points

Point n° 12	0	B1	0	-	0	0	0	0	0	E	0	B3	0
Point n° 11	A1, B5	A, B	P1	-	0	0	E	0	E1	E	B	E12	
Point n° 10	A	E7	0	-	0	E	B	0	0	0	E7, N.C.	0	
Point n° 9	0	E	-	-	B5	-	0	0	P1	0	B5	E1	
Point n° 8	0	E7	0	-	B	0	-	0	B5	0	B5	E	
Point n° 7	B	-	0	-	-	0	0	-	-	-	-	-	
Point n° 6	A, B	B1, P1, P3	0	-	-	0	0	0	B5, E1	B5, N.C.	-	E7	
Point n° 5	0	0	0	-	0	N.C.	0	0	N.C., E1	B5	N.C.	E7	
Point n° 4	-	0	0	-	0	0	0	0	B5, E4	0	0	0	
Point n° 3	N.C.	E	0	-	E7	0	0	N.C.	B5, B3	0	B5	0	
Point n° 2	N.C.	N.C.	0	-	-	0	-	0	-	0	-	0	
Point n° 1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mois	0	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	

PLANCHE N° 1

A = Virus Cocksackie
 B = Virus Cocksackie B
 N.C. = Virus non classe
 P = Poliovirus
 E = Virus ECHO

de prélèvements effectués mensuellement d'octobre 1961 à septembre 1962.

Selon les secteurs envisagés, on peut remarquer les faits suivants :

La population entérovirale, présente au début de l'enquête (2 non classés), s'avère absente au cours des autres prélèvements (point n° 2 qui correspond à l'hôpital militaire).

L'existence primitive de plusieurs types qui disparaissent définitivement avec réapparition à l'été suivant d'une flore tout aussi riche mais totalement différente : ainsi, au point n° 6 (centre économique, marché), les types Cocksackie A, B, B1 et les poliovirus de type 1 et 3 ont été isolés en octobre et novembre ; le virus Cocksackie B5 et les virus ECHO 1 et 7 durant la période de juin à septembre. De même au point n° 11 (vieux-Nancy) les types Cocksackie A, B5, B et les poliovirus type 1 font place pratiquement aux virus du groupe ECHO avec les types 1 et 12.

Aucun virus n'existe jusqu'à l'été ; à cette époque apparaissent au point n° 4 (Hôpitaux, services des contagieux) les types Cocksackie B5 et ECHO 4 et au point n° 5 (grand ensemble de la cité des provinces) les types ECHO 1 et 7, Cocksackie B5 et non classés. Il faut par ailleurs souligner qu'au point n° 4 qui correspond aux effluents des hôpitaux où sont traités en particulier les poliomyélitiques, aucun type de poliovirus n'a été isolé alors que de nombreux malades s'y trouvaient en traitement pendant la période de notre expérience.

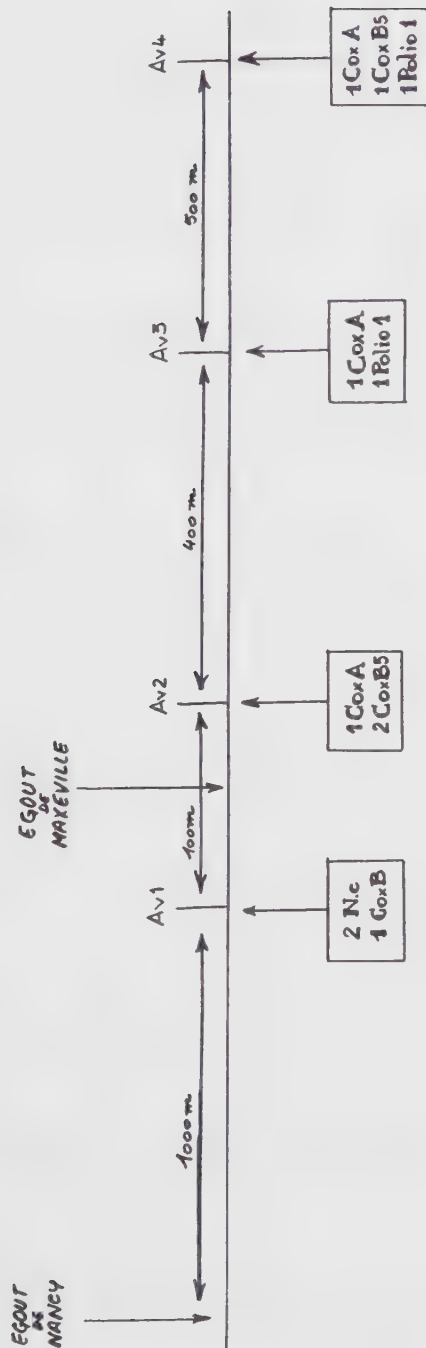
Le point n° 12 intéressant le collecteur principal des égouts de la ville qui reçoit les eaux usées des points 2, 3, 5, 7 et 9, n'a pas permis de mettre en évidence la somme et la variété des virus isolés en ces différents points.

La conclusion que l'on peut tirer de cette étude des incidences des diverses localisations amène à souligner la variabilité des types isolés dans l'espace et dans le temps et la légère influence qu'exercent les concentrations humaines desservies. Il est certain que les résultats obtenus ne donnent pas une idée tout à fait exacte de la réalité. Des prélèvements plus rapprochés et plus fréquents auraient été nécessaires.

2) Secteurs névralgiques urbains et eaux de rivières

Le schéma n° 8 représente la répartition des virus isolés dans la Meurthe sur une distance de 2 000 m en des points différents de son cours, à partir de points sensibles urbains constitués par les 2 collecteurs des égouts de la ville de Nancy et par celui de la ville de Maxéville. En ces 3 endroits se situent le rejet dans la rivière de la totalité des eaux usées sans traitement préalable.

Bien que l'on ne puisse faire une corrélation certaine entre les types de



Schema n° 8

virus présents à l'émission des 2 principaux collecteurs, il n'en apparaît pas moins, avec une évidence certaine, que, sur 2 000 mètres, la pollution de la Meurthe est fort importante, permanente, sans qu'on puisse noter un pouvoir auto-épuration quelconque. A chaque point exploré, prédominent des virus Cocksackie A et B (sérotype B5) avec présence d'un poliovirus de type 1 aux distances de 1 500 à 2 000 m de l'égout. De plus, ces résultats ont une importance considérable sur le plan des baignades en rivières et des usagers de l'eau. On peut aussi se demander quelle influence ces faits peuvent avoir sur le poisson fréquemment pêché à ces niveaux.

Aussi peut-on logiquement soulever la double question de savoir si la législation sur les baignades qui prévoit qu'aucune installation ne doit être installée en aval d'un rejet d'eau usée, est encore suffisante sur le plan de la santé publique et dans quelle mesure on peut tolérer que le rejet des eaux usées d'une grande ville soit effectué sans aucun traitement préalable dans le milieu naturel.

Encore convient-il de souligner que ce traitement doit être prévu pour entraîner la destruction des entérovirus. Il est, en effet, bien connu depuis les travaux de KELLY (42) et BLOOM (3) que le traitement des eaux d'égouts n'entraîne pas automatiquement la destruction de tous les virus. KELLY a, en effet, isolé 1 virus Cocksackie B2 à l'effluent, et l'a retrouvé à 50 mètres en aval de l'usine de traitement.

3) Points névralgiques au cours du traitement des eaux d'alimentation

Le schéma n° 9 montre dans quelles conditions et à quel stade du traitement des eaux les entérovirus ont été mis en évidence. Il intéresse l'usine des eaux de Nancy, de Lunéville et des usines étrangères.

A NANCY, des virus Cocksackie B et B5 ont été trouvés après un stade de floculation par le sulfate d'alumine et un virus Cocksackie B5 après filtration. Après ozonisation aucun virus n'a été isolé.

A LUNEVILLE, un virus Cocksackie B5 présent dans les eaux brutes se retrouve après préfiltration et filtration et disparaît après stérilisation par le chlore.

Enfin, parmi les échantillons provenant d'usines extérieures, l'un, après traitement par l'ozone, montre la présence de virus Cocksackie B5, et d'un entérovirus non classé, l'autre, après stérilisation par le chlore, la présence d'un virus ECHO 7.

Il apparaît donc qu'il est possible d'isoler un entérovirus dans les eaux de distribution, qu'elles soient traitées par le chlore ou par l'ozone et que, ce qui est valable pour les entérobactéries ne l'est plus pour les virus.

USINES DES EAUX

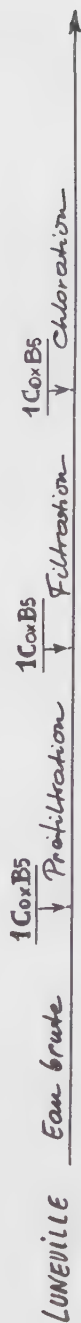
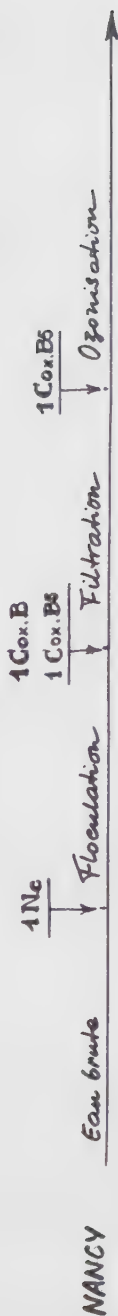


Schéma n° 9

De plus, il faut noter que parmi les différents groupes, les Cocksackie et en particulier le type B5 sont les plus résistants.

E - Entérovirus et saisons

1) Répartition saisonnière globale

L'histogramme n° 2 représente la répartition des différents groupes et types de virus isolés pendant les 2 années d'enquête. Les résultats ont été groupés en 4 trimestres, de octobre à décembre, de janvier à mars, de avril à juin et de juillet à septembre. Pendant la période d'octobre à décembre on note une prédominance très nette des virus Cocksackie, en majorité du groupe B et des types B1, B3, B5, de même qu'une forte proportion de virus non classés opposée à un nombre sensiblement égal mais relativement réduit de virus ECHO (7 et 1) et de poliovirus (1 et 3).

De janvier à mars on constate une réduction globale des groupes sans prévalence de l'un d'entre eux où l'on retrouve certains types (Cox B5, ECHO 7, polio 1).

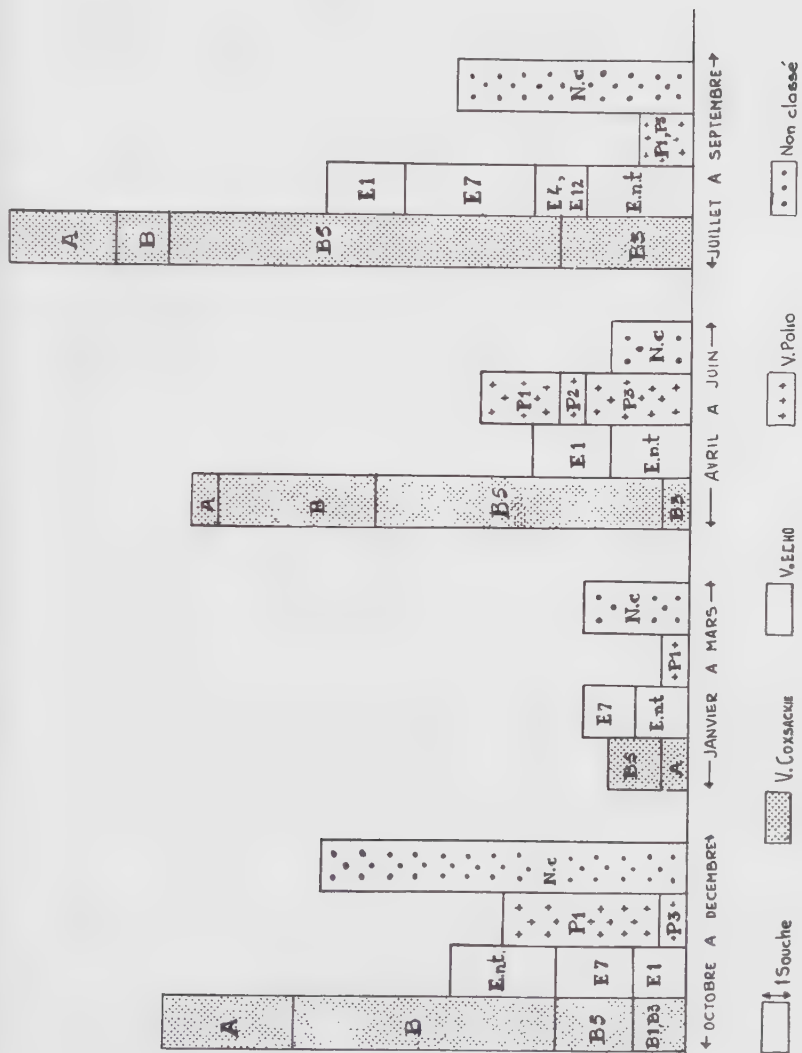
D'avril à juin, une augmentation sensible du groupe Cocksackie qui atteint presque le niveau du 1er trimestre avec le même type B5 prédominant. On observe également une remontée notable du groupe des poliovirus avec existence des 3 types et apparition du type 2. Le groupe ECHO, quant à lui ne montre qu'un accroissement restreint. Le nombre des virus non classés reste à peu près équivalent à celui de la période précédente.

La période de juillet à septembre est marquée par une accentuation du nombre des virus Cocksackie B avec prédominance des types B3 et surtout B5 associés, cette fois, à un extraordinaire accroissement du groupe des virus ECHO avec polyvalence des types, (taux plus marqué du type 7), et enfin un effondrement du nombre des poliovirus.

2) Répartition saisonnière dans les égouts

L'examen d'un secteur plus restreint, tel que celui constitué par les égouts de Nancy, montre de toute évidence qu'il existe une fluctuation saisonnière des groupes et des types. Certains d'entre eux disparaissent au cours des mois d'hiver et de printemps, puis à partir du mois de juin, réapparaît une flore importante mais polymorphe où, tour à tour, prédominent certains groupes ou certains types. Il n'est cependant pas possible d'affirmer qu'un groupe donné soit remplacé par un autre, sauf au mois de septembre, où, dans les conditions de notre expérience, nous n'avons isolé que des virus ECHO.

Ces variations saisonnières des types ont d'ailleurs été décrites par plusieurs auteurs.; c'est ainsi que MELNICK (60), à Topéka dans le Kansas,



Histogramme n°2

note que le virus Cocksackie B5, prédominant en été, a été remplacé par le type A6 à l'automne de la même année.

D'autres auteurs ont rapporté des variations d'une année à l'autre :

- **soit d'un type dans un groupe**, comme KELLY (43) dans l'état de New-York où les virus Cocksackie A5 et A6 prévalurent en 1953 alors qu'ils étaient absents en 1952 et qu'à l'inverse le virus Cocksackie A1 était fréquent en 1952 et 1953 mais totalement absent les années suivantes.

- **soit des différents groupes entre eux**. Ces variations dans les égouts, image sous-jacente de ce qui passe dans la population plus large dont ils dérivent, traduisent assez bien les fluctuations que peut subir la flore entérovirale au cours de 2 années consécutives.

L'exemple que nous avons observé dans les égouts de Toul est assez suggestif à cet égard (tableau n° 46) ; d'avril à septembre 1962, prédominance quasi totale des virus Cocksackie B, puis dès la fin de l'été, existant d'une façon simultanée mais discrète avec le groupe précédent, apparition d'une flore de type ECHO qui va subsister seule d'octobre à mars pour disparaître et laisser place aux poliovirus avec prédominance du type 3, d'avril à septembre 1963.

F - Entérovirus et épidémiologie

Il n'est pas toujours possible d'évaluer les relations qui existent entre le niveau socio-économique d'une collectivité, l'incidence des cas paralytiques et la présence d'entérovirus dans les eaux d'égouts. Néanmoins, il est possible de formuler plusieurs observations sur les isolements obtenus.

Ainsi dans le cas particulier de la ville de Toul, alors que des poliovirus du type 3 étaient isolés dans les eaux d'égouts durant la période d'avril à septembre, aucun cas clinique n'était signalé dans la population. Ce fait suggère, de toute évidence, qu'en l'absence de cas paralytiques, des porteurs sains et des sujets atteints d'infections latentes ou frustes ont circulé dans la collectivité en excréant des virus dont les égouts ont été les révélateurs.

Dans le même ordre d'idée, en 1961, LAPINLEINU et PENTTINEN (49), en Finlande, décelaient dans les eaux d'égouts des virus ECHO 11 en abondance alors que 3 % seulement de leurs malades s'en révélaient porteurs.

La disproportion de nos résultats par rapport aux cas cliniques à virus Cocksackie et à virus ECHO observés dans le même temps et pour un secteur géographique identique à celui de notre expérimentation accentue encore notre conception des faits.

TABLEAU N° XLVI

VARIATION SAISONNIERE

DES DIFFERENTS GROUPEES D'ENTEROVIRUS

EGOUTS DE TOUL

EGOUT DE TOUL	DE OCTOBRE A DECEMBRE	DE JANVIER A MARS	DE AVRIL A JUIN	DE JUILLET A SEPTEMBRE	DE OCTOBRE A DECEMBRE	DE JANVIER A MARS	DE AVRIL A JUIN	DE JUILLET A SEPTEMBRE	TOTAL
POLIOVIRUS									
TYPE 1									
TYPE 2							1		1
TYPE 3							4	1	5
TOTAL							5	1	6
VIRUS COXSACKIE									
GROUPE A									
GROUPE B									
TYPE B ₁									
TYPE B ₃				2					2
TYPE B ₅	1		1	2					4
NON TYPES			1				1		2
TOTAL	1		2	4			1		8
VIRUS ECHO									
TYPE 1					1				1
TYPE 4									
TYPE 7				1					1
TYPE 12									
NON TYPES				1	1	1			3
TOTAL				2	2	1			5
ENTEROVIRUS									
NON IDENTIFIES	1			2				1	4
TOTAL GENERAL	2		2	8	2	1	6	2	23

Bien souvent les affections à virus Cocksackie restent à la fois mineures et non identifiables cliniquement, passant de ce fait inaperçues. Le pouvoir pathogène d'un certain nombre de virus ECHO n'est pas encore connu, le type 7 le plus fréquemment isolé étant parmi les moins pathogènes.

Il n'en reste pas moins vrai que la recherche des entérovirus dans les eaux d'égouts permet à la fois d'évaluer l'importance, la qualité et l'évolution de la flore virale dans une collectivité où elle circule sous une forme inapparente et d'y observer l'apparition et le devenir d'un nouveau type de population virale.

CONCLUSIONS

Dans le cadre d'un programme d'étude de la pollution hydrique et de ses incidences, tant épidémiologiques que biologiques et sanitaires, nous nous sommes proposé, dans un secteur géographique limité du département de Meurthe-et-Moselle, de montrer dans quelle mesure le rejet sans traitement préalable des eaux usées peut entraîner la pollution du milieu naturel que constituent les rivières.

Nous avons voulu mettre l'accent sur le danger que la pollution des eaux de surface fait courir à celles destinées à l'alimentation humaine.

Notre enquête a porté en particulier sur la mise en évidence des entérovirus auquel il semble intéressant de comparer celle des salmonelles et des bactériophages.

Dans un premier chapitre consacré à la méthodologie de cette étude, nous décrivons les modalités des prélèvements, les techniques de traitement utilisées visant à la recherche, à l'isolement et au typage des salmonelles, des bactériophages et des entérovirus.

Dans un second chapitre, nous donnons une description des conditions dans lesquelles ont été effectués, selon les différents lieux géographiques, nos prélèvements dans les égouts, les rivières et les usines de traitement des eaux d'alimentation au cours des 2 années qu'a duré notre enquête.

Dans le troisième chapitre nous exposons les résultats obtenus qui montrent sur le plan global :

- le très petit nombre de salmonelles isolées (2, 6 %).
- l'existence, à des taux particulièrement élevés, des bactériophages.
- l'importance du pourcentage des entérovirus isolés, surtout dans les égouts où il atteint 35, 2 %.

Nous avons également mis en évidence une fluctuation saisonnière de leur pourcentage très nettement marquée, avec un maximum de prélèvements positifs pendant la période qui s'étend du début de l'été à la fin de l'automne.

Le quatrième chapitre fait état des résultats qualitatifs concernant les différents groupes de germes étudiés.

Les seules souches de salmonelles isolées appartiennent au groupe B et C1.

A la prédominance des phages Coli-dysentériques s'oppose l'extrême rareté des phages typhi isolés.

Sur les 150 souches d'entérovirus isolées, les virus Cocksackie sont les plus nombreux puisqu'ils représentent 45, 3 %, puis viennent les virus ECHO 22 %, les poliovirus 12, 2 %, les souches d'entérovirus non encore classées ou typées représentant 20, 5 %.

Nous avons également souligné l'importance des infections mixtes rencontrées au cours de notre enquête et la nécessité d'utiliser plusieurs systèmes réactionnels pour l'isolement des souches d'entérovirus.

L'étude des entérovirus isolés, en fonction de l'environnement hydrique, a été tentée ; elle a permis de constater la présence d'une flore virale polymorphe et une prédominance dans les eaux d'alimentation et dans les eaux d'égouts de virus Cocksackie B5. L'étude des lieux de prélèvements nous a montré l'existence de certains secteurs névralgiques urbains intéressant les égouts, les eaux de rivières et les eaux d'alimentation.

En ce qui concerne les saisons, un essai de répartition des entérovirus nous a permis de faire des constatations intéressantes sur le plan épidémiologique, quant à leur distribution saisonnière.

Du point de vue épidémiologique, enfin, il apparaît que, si, en cas d'épidémie, il est relativement facile de retrouver le type en cause dans les eaux usées, la mise en évidence des entérovirus dans les égouts permet par des recherches systématiques de se faire une idée relativement exacte de l'importance, de la qualité et de l'évolution dans le temps et dans l'espace de la flore virale qui circule dans une collectivité.

En résumé, notre travail démontre nettement que le rejet sans traitement des eaux usées dans les eaux de rivières entraîne une indiscutable pollution de celles-ci. Il apparaît de plus que le seul contrôle bactériologique classique s'avère, à l'heure actuelle, insuffisant et qu'il est hautement souhaitable de lui adjoindre un contrôle virologique portant notamment sur la recherche des entérovirus et plus particulièrement sur celle des virus Cocksackie. En effet, il semble bien d'après nos résultats que ce groupe de virus soit doué d'une grande vitalité dans le milieu hydrique et, qu'en outre, il soit très résistant aux différentes techniques d'épuration des eaux d'alimentation. Ceci pose donc le problème de l'efficacité des systèmes actuels d'épuration des eaux. A ce propos, nous pensons que l'on n'accorde généralement pas assez d'attention aux dispositifs précédant

la stérilisation proprement dite ; celle-ci est, en effet, largement conditionnée par la qualité et le bon fonctionnement des différents dispositifs préépurateurs.

Certains résultats nous ont également laissé entrevoir toute l'importance que semble représenter la pollution chimique des eaux de surface sur le comportement de la flore entérovirale. Une expérimentation systématique couplant l'analyse chimique à l'analyse virologique de ces eaux devrait permettre d'élucider de nombreux points auxquels nous n'avons pas pu apporter nous-même de réponse.

Enfin, nous avons tenté de montrer que l'analyse virologique des eaux usées peut représenter un reflet fidèle de la flore virale excrétée par une population donnée et nous espérons que, par cet aspect, également, nous avons apporté une contribution utile à l'étude des problèmes de la pollution virale des eaux.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE CITEE

- 1 - BEEBE (S.P.) et EWING (J.)
A study of the biology of tumour cells.
Brit. Med. J. 1906, **2**, 1559-1562.
- 2 - BINGEL (K.F.) et ENGELHARDT (H.)
Experimentelle studien zur expositionsprophylaxe der poliomyélitis ; Ver-
halten des col-SK-virus in abwässern staub und boden.
Z. Hyg. Infekt. Kr. 1953, **138**, 108-117.
- 3 - BLOOM (H.H.), MACK (W.N.), KREUGER (B.J.) et MALMANN (W.L.)
Identification of enteroviruses in sewage.
J. infect. Dis. 1959, **105**, 61-68.
- 4 - BUTTIAUX (R.)
Analyse bactériologique des eaux de consommation.
Flammarion Ed., Paris, 1951.
- 5 - BUTTIAUX (R.)
Surveillance et contrôle des eaux d'alimentation.
III La standardisation des méthodes d'analyse bactériologique de l'eau.
Rev. Hyg. Med. soc. 1958, **6**, 170-192.
- 6 - CARREL (A.)
On the permanent life of tissues outside of the organism.
J. exp. Med. 1912, **15**, 516-528.
- 7 - CHAIX (M.C.)
Les examens biologiques aux cours des infections à entérovirus.
Leur intérêt diagnostic et épidémiologique.
Thèse Med. Lyon, 1963.
- 8 - CHANG (S.L.), STEVENSON (R.E.) BRYANT (A.R.), WOODWARD (R.L.)
et KABLER (P.W.)
Removal of Coxsackie and bacterial viruses in water by flocculation.
I Removal of Coxsackie and bacterial viruses in water of known chemical
content by flocculation with aluminium sulfate or ferric chloride under va-
rious testing conditions.
Amer. J. publ. Hlth. 1958, **48**, 51-61.

- 9 - CHANG (S.L.), STEVENSON (R.E.), BRYANT (A.R.), WOODWARD (R.L.)
et KABLER (P.W.)
Removal of Cocksackie and bacterial viruses in water by flocculation.
II. Removal of Cocksackie and bacterial viruses and the native bacteria in
raw Ohio river water by flocculation with aluminium sulfate and ferric chlo-
ride.
Amer. J. publ. Hlth. 1958, **48**, 159-169.
- 10 CLARK (E.M.), KNOWLES (D.S.), SHIMADA (F.T.), RHODES (A.J.),
RITCHIE (R.C.) et DONOHUE (W.L.)
Cocksackie virus in urban sewage ; recovery of virus in season of low inci-
dence of reported poliomyelitis.
Canad. J. publ. Hlth. 1951, **42**, 103-107.
- 11 - CLARKE (N.A.), BERG (G.), KABLER (P.W.) et CHANG (S.L.)
Human enteric viruses in water source, survival and removability.
International conference on water pollution research. London, 1962.
- 12 - COIN (L.)
Surveillance médicale des eaux. Quelques résultats en matière de virologie
et problème de la cytotoxicité.
La Technique de l'eau. 1963, **17**, 27-32.
- 13 - COIN (L.)
Communication verbale.
- 14 - COIN (L.) et HANNOUN (C.)
Surveillance médicale des eaux. La virologie.
L'eau. 1961, **48**, 179-182.
- 15 - DALLDORF (G.)
Cocksackie viruses.
Ann. Rev. Microbiol. 1955, **9**, 277-296.
- 16 - DALLDORF (G.)
The Cocksackie viruses.
Papers and discussions presented at fourth international poliomyelitis
conference. (1957). Lippincott ed., Philadelphie, 1958.
- 17 - DE LAVERGNE (E.), GILGENKRANTZ (S.), WORMS (A.M.) et LE
MOYNE (M. Th.)
Commentaires à propos des isolements de virus pratiqués au laboratoire
central de 1958 à 1962.
Ann. Med. Nancy. 1962, **1**, 423-435.

- 18 - DULBECCO (R.) et VOGT (M.)
Plaque formation and isolation of pure lines with poliomyelitis viruses.
J. exp. Med. 1954, **99**, 167-182.
- 19 - EAGLE (H.)
Proagation in fluid medium of human epidermoid carcinoma, Strain K.B.
Proc. Soc. exp. Biol. 1955, **89**, 362-364.
- 20 - EAGLE (H.)
Nutrition needs of mammalian cells in tissue culture.
Science 1955, **122**, 501- 554.
- 21 - EAGLE (H.)
Amino acid metabolism in mammalian cell cultures.
Science 1959, **130**, 432-437.
- 22 - EARLE (W.R.)
Production of malignancy in vitro ; mouse fibroblast cultures and changes seen in living cells.
J. Nat. Cancer Inst. 1943, **4**, 165-212.
- 23 - ENDERS (J.F.), WELLER (T.H.) et ROBBINS (F.C.)
Cultivation of Lansing strain of poliomyelitis virus in culture of various human embryonic tissues.
Science 1949, **109**, 85-87.
- 24 - ENJALBERT (L.), LAPCHINE (L.), LARENG (M.B.) et DIDIER (J.)
Les souches d'entérovirus isolées à Toulouse (années 1958 et 1959).
Path et Biol. 1961, **9**, 1545-1549.
- 25 - FOLIGUET (J.M.)
La coloration différentielle de Harris-Shorr dans l'étude de l'effet cytopathogène des virus en cultures cellulaires (notes préliminaires).
Ann. Inst. Pasteur 1962, **103**, 447-450.
- 26 - FOLIGUET (J.M.), PARACHE (M.) et SCHWARTZBROD (L.)
Etude anatomo-pathologique du souriceau infecté par les virus Cocksackie B.
A paraître.
- 27 - GADEKE (R.)
Kidney lesions in suckling mice following groupe A Cocksackie virus infection.
Arch. Path. 1952, **54**, 276-280.

- 28 - GEAR (J.H.S.)
La poliomyélite dans les régions insuffisamment développées.
Monographie. Org. Mond. Santé 1955, **26**, 31-59.
- 29 - GELFAND (H.M.)
The incidence of certain endemic enteric virus infections in Southern Louisiana.
Sth. med. J. 1959, **52**, 819-827.
- 30 - GERLFAND (H.M.)
The occurence in nature of the Coxsackie and ECHO viruses.
Progr. med. Virol. 1961, **3**, 193-244.
- 31 - GEY (G.O.) et GEY (M.K.)
Maintenance of human normal cells and tumor cells in continuous culture.
Preliminary report : cultivation of mesoblastic tumors and normal tissue and notes on method of cultivation.
Amer. J. Cancer 1936, **27**, 45-76.
- 32 - GILCREAS (F.W.) et KELLY (S.)
Relations of coliform-organism test to enteric-virus pollution.
J. Amer. Wat. Works Ass. 1955, **47**, 683-694.
- 33 - GUELIN (A.)
Recherches sur les bactériophages de l'eau de la Marne.
Ann. Inst. Pasteur 1943, **69**, 219-229.
- 34 - HANKS (J.H.) et WALLACE (R.E.)
Relation of oxygen and temperature in the preservation of tissues by refrigeration.
Proc. Soc. exp. Biol. 1949, **71**, 196-200.
- 35 - HANNOUN (C.)
Section de virologie du laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Communication verbale au sujet de l'isolement de virus au cours des années 1960-1961.
- 36 - HETTCHE (H.O.)
Die Bestimmung von Chlordioxyd im Wasser.
Z. Hyg. Infekt. Kr. 1953, **138**, 94-100.
- 37 - HONIG (E.I.), MELNICK (J.L.), ISACSON (P.), PARR (R.), MYERS (J.L.) et WALTON (M.)
Endemiological study of enteric virus infections ; poliomyelitis, Coxsackie

and Orphan (ECHO) viruses isolated from normal children in 2 socio-economic groups.
J. exp. Med. 1956, **103**, 247-262.

- 38 - HSIUNG (G.D.)
Further studies on characterization and grouping of ECHO viruses.
Ann. N. Y. Acad. Sc. 1962, **101**, 413-422.
- 39 - JOHNSON (T.)
A virological and clinical study of infections with Coxsackie virus.
Cité par RIVERS (T.M.) et HORSFALL (F.L.)
Viral and Rickettsial infections of man.
Lippincott ed., Philadelphie.
- 40 - KELLY (S.)
Enteric virus isolations from sewage.
Acta med. Scand. 1957, **159**, 63-70.
- 41 - KELLY (S.) et SANDERSON (W.W.)
The effect of chlorine in water on enteric viruses.
Amer. J. publ. Hlth. 1958, **48**, 1323-1334.
- 42 - KELLY (S.) et SANDERSON (W.W.)
The effect of sewage treatment on viruses.
Sew. Ind. Wast. 1959, **31**, 683-689.
- 43 - KELLY (S.), WINSSER (J.) et WINKELSTEIN (W.Jr.)
Poliomyelitis and other enteric viruses in sewage.
Amer. J. publ. Hlth. 1957, **47**, 72-77.
- 44 - KELLY (S.M.)
Detection and occurrence of Coxsackie viruses in sewage.
Amer. J. publ. Hlth. 1953, **43**, 1532-1538.
- 45 - KELLY (S.M.), CLARK (M.E.) et COLEMAN (M.B.)
Demonstration of infectious agents in sewage.
Amer. J. publ. Hlth. 1955, **45**, 1438-1446.
- 46 - KESSEL (J.F.), ALLISON (D.K.), MOORE (F.J.) et KAIME (M.)
Comparison of chlorine and ozone as virucidal agents of poliomyelitis virus.
Proc. Soc. exp. Biol. 1943, **53**, 71-73.

- 47 - KLING (C.)
Recherches sur l'épidémiologie de la poliomyélite.
Bull. Off. internat. Hyg. pub. 1928, **20**, 1779-1803.
- 48 - LANDSTEINER (K.) et LEVADITI (C.)
La paralysie infantile expérimentale.
C. R. Soc. Biol. 1909, **67**, 787-790.
- 49 - LAPINLEINU (K.) et PENTTINEN (K.)
Virus isolations from sewage in Finland in 1960-1961.
Arch. ges. Virusforsch. 1963, **13**, 72-75.
- 50 - LEPINE (P.) SLIZEWICZ (P.), DANIEL (P.) et PACCAUD (M.)
Cultures cellulaires dans un milieu utilisant l'hydrolysate de caséine comme source d'acides aminés.
Ann. Inst. Pasteur 1956, **90**, 654-656.
- 51 - LEVADITI (C.)
La poliomyélite (paralysie infantile ou maladie de Heine-Médis).
Biol. med. 1952, **41**, 89-128.
- 52 - LEVADITI (C.), KLING (C.) et LEPINE (P.)
Nouvelles recherches expérimentales sur la transmission de la poliomyélite par la voie digestive. Action du chlore sur le virus poliomyélique.
Bull. Acad. Med. (Paris) 1931, **105**, 190-205.
- 53 - LIM (K.A.) et BENYESH-MELNICK (M.)
Typing of viruses by combinations of antiserum pools. Application to typing of enteroviruses.
J. Immunol. 1960, **84**, 309-317.
- 54 - LITTLE (G.M.)
Poliomyelitis and water supply.
Canad. J. publ. Hlth. 1954, **45**, 100-102.
- 55 - LO GRIPPO (G.A.)
Partial purification of viruses with anion exchange resin.
Proc. Soc. exp. Biol. 1950, **74**, 208-211.
- 56 - LO GRIPPO (G.A.) et BERGER (B.)
Use of ion exchange resins in partial purification and concentration of poliomyelitis virus.
J. Lab. clin. Med. 1952, **39**, 970-973.

- 57 - MACCALLUM (F.O.), COCKBURN (W.C.), SMITHARD (W.C.) et WRIGHT (S.L.)
Isolation of viruses of poliomyelitis.
In poliomyelitis papers and discussions presented at the second international poliomyelitis conference (1951).
Lippincott ed. Philadelphie, 1952.
- 58 - MAURIN (J.), CARRE (M.C.) et VIRAT (J.)
Etude des virus entériques de l'homme, isolement, identification et recherches sérologiques.
Ann. Inst. Pasteur 1960, **98**, 211-223.
- 59 - MAURIN (J.), VIRAT (J.) et CARRE (M.C.)
Etude, en cultures cellulaires, des virus entériques de l'homme en 1959 et 1960.
Ann. Inst. Pasteur 1961, **101**, 629-638.
- 60 - MELNICK (J.L.), EMMONS (J.), COFFEY (J.H.) et SCHOOF (H.F.)
Seasonal distribution of Cocksackie viruses in urban sewage and flies.
Amer. J. Hyg. 1954, **59**, 164-184.
- 61 - MELNICK (J.L.), EMMONS (J.), OPTON (E.M.) et COFFEY (J.H.)
Cocksackie viruses from sewage ; methodology including evaluation of grab sample and gauze pad collection procedures.
Amer. J. Hyg. 1954, **59**, 185-195.
- 62 - MELNICK (J.L.) et RIORDAN (J.T.)
Poliomyelitis viruses in tissue culture ; protein-free nutrient media in stationary and roller tube cultures.
Proc. Soc. exp. Biol. 1952, **81**, 208-213.
- 63 - MELNOTTE (P.J.)
L'épidémie de poliomyélite de Meurthe-et-Moselle (1957).
Thèse Med. Nancy 1958.
- 64 - MELNOTTE (P.), GERBAUT (P.), DEBRY (G.) et LORRAIN (J.)
Les modes de transmission de la poliomyélite d'après les renseignements de l'épidémie de Lorraine (1957).
Rev. med. Nancy 1958, **83**, 463-471.
- 65 - MOORE (A.E.), SABACHEWSKY (L.) et TOOLAN (H.W.)
Culture characteristics of 4 permanent lines of human cancer cells.
Cancer Res. 1955, **15**, 598-602.

- 66 - MOORE (B.)
Detection of paratyphoid carriers in towns by means of sewage examination.
Mth. Bull. Ministr. Hlth. Lab. Serv. 1948, **7**, 241-248.
- 67 - MOORE (B.), PERRY (E.L.) et CHARD (S.T.)
Survey by sewage swab method of latent enteric infection in urban area.
J. Hyg. 1952, **50**, 137-156.
- 68 - MORGAN (J.F.), MORTON (H.J.) et PARKER (R.C.)
Nutrition of animal cells in tissue culture ;
Initial studies on synthétic medium.
Proc. Soc. exp. Biol. 1950, **73**, 1-8.
- 69 - PAUL (J.R.), TRASK (J.D.) et CULOTTA (C.S.)
Poliomyelitic virus in sewage.
Science 1939, **90**, 258-259.
- 70 - PAUL (J.R.), TRASK (J.D.) et GARD (S.)
Poliomyelitic virus in urban sewage.
J. exp. Med. 1940, **71**, 765-777.
- 71 - PELOUX (Y.)
Stérilisation de l'eau en ce qui concerne les virus.
Rev. Cps. Santé Armées 1962, **3**, 501-505.
- 72 - REISSIG (M.), HOWES (D.W.) et MELNICK (J.L.)
Sequence of morphological changes in epithelial cell cultures infected
with poliovirus.
J. exp. Med. 1956, **104**, 289-304.
- 73 - RHODES (A.J.) et VAN ROOYEN (C.E.)
Textbook of virology.
The Williams et Wilkins company ed. Baltimore. 1962.
- 74 - SABIN (A.B.) et OLITSKY (P.K.)
Cultivation of poliomyelitic virus in vitro in human embryonic nervous tis-
sue.
Proc. Soc. exp. Biol. 1936, **34**, 357-359.
- 75 - SAMAILLE (J.) et LECLERC (H.)
Intérêt épidémiologique de la recherche des virus poliomyélitiques dans les
eaux polluées.
Ann. Inst. Pasteur, Lille 1961, **12**, 195-199.

- 76 - SAWYER (W.A.)
An épidemiological study of poliomyelitis.
Amer. J. Trop. Dis. 1915, **3**, 164-175.
- 77 - SCHMIDT (N.J.), GUENTHER (R.W.) et LENNETTE (E.H.)
Typing of ECHO isolates by immune serum pools. The "intersecting serum scheme".
J. Immunol. 1961, **87**, 623-626.
- 78 - SOHIER (R.)
Diagnostic des maladies à virus.
Flammarion ed. Paris, 1964.
- 79 - STEVENSON (R.E.), CHANG (S.L.), CLARKE (N.A.) et KABLER (P.W.)
Concentration of dilute virus suspensions by alum-flocculation.
Proc. Soc. exp. Biol. 1956, **92**, 764-767.
- 80 - SURJUS (A.), LAUSECKER (C.), REEB (E.) et LAVILLAUREIX (J.)
Les maladies à virus Cocksackie en Alsace. Epidémiologie et gravité au cours des années 1956 à 1961.
Path. et Biol. 1963, **11**, 149-161.
- 81 - WEIDENKOPF (S.J.)
Inactivation of type 1 poliomyelitic virus with chlorine.
Virology. 1958, **5**, 56-67.
- 82 - YOUNGNER (J.S.)
Monolayer tissue cultures ; preparation and standardization of suspensions of trypsin - dispersed monkey kidney cells.
Proc. Soc. exp. Biol. 1954, **85**, 202-205.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE

- 1 - AUMONIER (F.J.)
Structural changes in the skeletal muscles of suckling mice following infection with a Cocksackie virus of the "A" group.
J. roy. micr. Soc. 1952, **72**, 218-222.
- 2 - BANCROFT (P.M.), ENGELHARD (W.E.) et EVANS (C.A.)
Poliomyelitis in Huskerville (Nebraska). Studies indicating a relationship between clinacally severe infections and proximate fecal pollution of water.
J. Amer. med. Ass. 1957, **164**, 836-847.
- 3 - BANKER (D.D.) et MELNICK (J.L.)
Isolation of Cocksackie virus from North Alaskan Eskimos.
Amer. J. Hyg. 1951, **54**, 383-390.
- 4 - BARRAL (A.M.)
Hémagglutination par certains types de virus ECHO.
Thèse Méd. Lyon, 1962.
- 5 - BEEMAN (E.A.), HUEBNER (R.J.) et COLE (R.M.)
Studies of Cocksackie viruses. Laboratory aspects of group A viruses.
Amer. J. Hyg. 1952, **55**, 83-107.
- 6 - BERNARD (J.C.)
Rôle de l'eau dans l'épidémiologie des affections bactériennes.
Rev. Cps. Santé Armées, 1962, **3**, 532-543.
- 7 - BHATT (P.N.), BROOKS (M.) et FOX (J.P.)
Extent of infection with poliomyelitis virus in household associates of clinical cases as determined serologically and by virus isolation using tissue culture methods.
Amer. J. Hyg. 1955, **61**, 287-301.
- 8 - BUTTERFIELD (C.T.), WATTIE (E.), MEGREGIAN (S.) et CHAMBERS (C.W.)
Influence of pH and temperature on survival of coliforms and enteric pathogens when exposed to chlorine.
Publ. Hlth. Rep. 1943, **58**, 1837-1866.

- 9 - CARLSON (H.J.), RIDENOUR (G.M.) et Mc KHANN (C.F.)
Efficacy of standard purification methods in removing poliomyelitis virus.
from water.
Amer. J. publ. Hlth. 1942, **32**, 1256-1262.
- 10 - CHIN (T.D.Y.), LEHAN (P.H.), RUBIN (H.) et WENNER (H.A.)
Epidemic infection with Cocksackie virus group B, type 5. Virus excretion
and neutralizing antibody response.
Amer. J. Hyg. 1958, **67**, 321-330.
- 11 - CLARKE (N.A.) et KABLER (P.W.)
Inactivation of purified Cocksackie virus in water by chlorine.
Amer. J. Hyg. 1954, **59**, 119-127.
- 12 - CLARKE (N.A.), STEVENSON (R.E.) et KABLER (P.W.)
Survival of Cocksackie virus in water and sewage.
J. Amer. Wat. Works ass. 1956, **48**, 677-682.
- 13 - COLE (R.M.), BELL (J.A.), BEEMAN (E.A.) et HUEBNER (R.J.)
Studies of Cocksackie viruses. Observations on epidemiological aspects of
group A viruses.
Amer. J. publ. Hlth. 1951, **41**, 1342-1358.
- 14 - COMMITTEE on the ECHO viruses
Enteric cytopathogenic human orphan (ECHO) viruses.
Science 1955, **122**, 1187-1188.
- 15 - COMMITTEE on the enteroviruses
The enteroviruses.
Amer. J. publ. Hlth. 1957, **47**, 1556-1566.
- 16 - DALLDORF (G.)
Cocksackie viruses.
Bull. N.Y. Acad. Med. 1950, **26**, 329-335.
- 17 - DALLDORF (G.)
Neuropathogenicity of group A Cocksackie viruses.
J. exp. Med. 1957, **106**, 69-76.
- 18 - DALLDORF (G.)
Brief review of Cocksackie viruses in 1956.
Ann. N.Y. Acad. Sc. 1957, **67**, 209-211.

- 19 - DALLDORF (G.) et ALBRECHT (R.)
Chronologic association of poliomyelitis and Cocksackie virus infections.
Proc. Nat. Acad. Sc. 1955, **41**, 978-982.
- 20 - DALLDORF (G.) et GIFFORD (R.)
Clinical and epidemiologic observations of Cocksackie virus infection.
New Engl. J. Med. 1951, **244**, 868-873.
- 21 - DALLDORF (G.) et GIFFORD (R.)
Susceptibility of gravid mice to Coxvirus infection.
J. exp. Med. 1954, **99**, 21-27.
- 22 - DALLDORF (G.) et SICKLES (G.M.)
Unidentified, filtrable agent isolated from feces of children with paralysis.
Science 1948, **108**, 61-62.
- 23 - DALLDORF (G.), SICKLES (G.M.), PLAGER (H.) et GIFFORD (R.)
Virus recovered from feces of "poliomyelitis" patients pathogenic for suckling mice.
J. exp. Med. 1949, **89**, 567-582.
- 24 - DARBON (A.) et GIRIER (L.)
Contribution à l'étude de la résistance du virus poliomyélitique type 1 dans les eaux.
Rev. Cps. Santé Armées, 1963, **3**, 506-517.
- 25 - DARDANONI (L.) et ZAFFIRO (P.)
Sul potere emoagglutinante di virus appartenenti al gruppo ECHO.
Boll. Ist. Sieroter., Milan 1958, **37**, 346-350.
- 26 - DEBRE (R.) et THIEFFRY (S.)
Symptômes et diagnostic de la poliomyélite.
Monographie. Org. mond. Santé, 1955, **26**, 113-140.
- 27 - DE LAVERGNE (E.), GILGENKRANTZ (S.), STREIFF (F.), LORRAIN (J.) et LE MOYNE (M. Th.)
A propos de quelques cas de méningite lymphocytaire à virus Cocksackie B5 survenus dans une collectivité.
Ann. Med. Nancy, 1963, **2**, 1096-1102.
- 28 - DELPY (J.)
Le groupe des virus Cocksackie. Contribution à l'étude expérimentale, clinique et épidémiologique.
Thèse Med. Bordeaux, 1953.

- 29 - DROUHET (V.)
Etude comparative de la sensibilité des cultures de tissu rénal de *Cercopithecus aethiops sabaeus* et de *Macacus philippinensis* aux virus poliomyé-
litiques et aux virus entériques humains.
Ann. Inst. Pasteur 1955, **89**, 666-671.
- 30 - DROUHET (V.)
Diagnostic virologique et sérologique de la poliomyélite. Méthodes et tech-
niques.
Sem. Hôp. Paris 1959, **35**, 1333-1342.
- 31 - DROUHET (V.)
Sur le diagnostic virologique et sérologique des infections à entérovirus.
Path. et Biol. 1960, **8**, 17-28.
- 32 - DROUHET (V.)
Infections à virus entériques chez les enfants et syndromes cliniques as-
sociés.
Ann. Inst. Pasteur 1960, **98**, 562-568.
- 33 - DROUHET (V.)
Infections à virus ECHO.
Enc. Med. Chir. Mal. Inf. 1961, **2**, 8057. (G10, 1-6).
- 34 - EICHENWALD (H.F.), ARABIO (A.), ARKY (A.M.) et HARTMAN (A.P.)
Epidemic diarrhea in premature and older infants caused by ECHO virus ty-
pe 18.
J. Amer. med. Ass. 1958, **166**, 1563-1566.
- 35 - ENDERS (J.F.)
Cytopathology of virus infections.
Ann. Rev. Microbiol. 1954, **8**, 473-502.
- 36 - CHASSAGNE (P.) et GAIGNOUX (Y.)
Poliomyélite 1961.
Bull. Inst. nat. Hyg. 1962, **17**, 1007-1030.
- 37 - FOLIGUET (J.M.)
Signification des virus dans les eaux résiduaires.
Rev. Cps. Santé Armées. 1962, **3**, 524-531.
- 38 - FOURNELLE (H.J.)
Experience with the laboratory diagnosis of enteric diseases in Alaska.
Amer. J. med. Technol. 1956, **22**, 36-43.

- 39 - GARD (S.)
Compte-rendu du VIIème symposium sur la poliomyélite.
Presse med. 1961, **69**, 2393-2394.
- 40 - GAUDIN (O.G.), BARRAL (A.M.) et SOHIER (R.)
Quelques remarques et suggestions à propos de l'hémagglutination des virus ECHO.
Arch. ges. Virusforsch. 1963, **13**, 211-214.
- 41 - GAUDIN (O.G.), BARRAL (A.M.) et SOHIER (R.)
Hémagglutination par certains types de virus ECHO. Etude de quelques caractères des hémagglutinines.
Ann. Inst. Pasteur 1963, **104**, 313-334.
- 42 - GAUDIN (O.G.) et SOHIER (R.)
La culture des cellules amniotiques humaines. Etude critique des facteurs susceptibles d'influencer la réussite des primo-cultures.
Path. et Biol. 1961, **9**, 2075-2082.
- 43 - GIFFORD (R.) et DALLDORF (G.)
Morbid anatomy of experimental Cocksackie virus infection.
Amer. J. Path. 1951, **27**, 1047-1063.
- 44 - GILGENKRANTZ (S.), LE MOYNE (M. Th.) et DE LAVERGNE (E.)
Etude du pouvoir hémagglutinant dans le groupe des virus ECHO.
Ann. Inst. Pasteur 1962, **102**, 670-680.
- 45 - GIRARDI (A.J.), HUMMELER (K.) et OLSHIN (I.)
Studies on the routine laboratory diagnosis of Cocksackie groupe B virus infections. I, The application of tissue culture procedures.
J. Lab. Clin. Med. 1957, **50**, 526-533.
- 46 - GODMANN (G.C.), BUNTING (H.) et MELNICK (J.L.)
Histopathology of Cocksackie virus infection in mice. Morphologic observations with 4 different viral types.
Amer. J. Path. 1952, **28**, 223-257.
- 47 - GODMANN (G.C.), BUNTING (H.) et MELNICK (J.L.)
Histopathology of Cocksackie virus infection in mice ; histochemical observations on lesions in muscle and fat.
Amer. J. Path. 1952, **28**, 583-605.
- 48 - GREEN (C.E.) et BEARD (P.J.)
Survival of E. typhi in sewage treatment plant processes.
Amer. J. publ. Hlth. 1938, **28**, 762-770.

- 49 - GUELIN (A.)
Etude quantitative du bactériophage dans la mer.
Ann. Inst. Pasteur 1949, **74**, 104-112.
- 50 - GUELIN (A.)
Bactériophage et entérobactéries chez les poissons de mer et le problème des eaux polluées.
Ann. Inst. Pasteur 1952, **83**, 46-56.
- 51 - GUELIN (A.) et LE BRIS (J.)
Indications fournies par le bactériophage sur l'état sanitaire des eaux.
Ann. Inst. Pasteur 1947, **73**, 508-511.
- 52 - HACK (W.N.), HALLMANN (W.L.), BLOOM (H.H.) et KRUEGER (B.J.)
Isolation of enteric viruses and Salmonella from sewage.
Sew. Ind. Wast. 1958, **30**, 957-962.
- 53 - HEMMES (J.H.), WINKLER (K.C.) et KOOL (S.M.)
Virus survival as a seasonal factor in influenza and poliomyelitis.
Nature, 1960, **188**, 430-431.
- 54 - HETTICHE (H.O.) et SCHULZ-EHLBECK (H.W.)
Epidemiologie und prophylaxe des Poliomyelitis im hinblick auf die rolle des wassers bei der ubertragung.
Arch. Hyg. 1953, **137**, 440-449.
- 55 - HOWES (D.W.)
Studies of Coxsackie viruses ; comparison of age-susceptibility relationships in mice.
Aust. J. exp. Biol. med. Sci. 1954, **32**, 253-264.
- 56 - HSIUNG (G.D.) et MELNICK (J.L.)
Morphologic characteristics of plaques produced on monkey kidney monolayer cultures by enteric viruses.
J. Immunol 1957, **78**, 128-136.
- 57 - HSIUNG (G.D.) et MELNICK (J.L.)
Comparative susceptibility of kidney cells from different monkey species to enteric viruses (Poliomyelitis, Coxsackie, and ECHO groups)
J. Immunol. 1957, **78**, 137-146.
- 58 - HSIUNG (G.D.) et MELNICK (J.L.)
Orphan viruses of man and animals.
Ann. N.Y. Acad. Sci. 1958, **70**, 342-361.

- 59 - IMHOF (K.) et FAIR (G.M.)
Sewage treatment.
Wiley ed. New-York, 1940.
- 60 - JOHNSON (T.) et LUNDMARK (C.)
A histopathological study of Cocksackie virus infections in mice.
Arch. ges. Virusforsch. 1955, **6**, 262-281.
- 61 - KASEL (J.A.), CRAMBLETT (H.G.) et UTZ (J.P.)
Agents resembling enteroviruses isolated in Hela cell cultures from fecal specimens.
Proc. Soc. exp. Biol. 1958, **99**, 703-705.
- 62 - KELLY (S.) et SANDERSON (W.W.)
Chlorination of poliovirus.
Science 1957, **126**, 560-561.
- 63 - KELLY (S.) et SANDERSON (W.W.)
Density of enteroviruses in sewage.
J. Wat. Poll. Cont. Fed. 1960, **32**, 1269-1272.
- 64 - KELLY (S.) et SANDERSON (W.W.)
The effect of chlorine in water on enteric viruses. The effect of combined chlorine on poliomyelitis and Cocksackie viruses.
Amer. J. publ. Hlth. 1960, **50**, 14-20.
- 65 - KELLY (S.) et SANDERSON (W.W.)
Enteric viruses in wading pools.
Publ. Hlth. Rep. 1961, **76**, 199-200.
- 66 - KEMPF (J.E.), WILSON (M.G.), PIERCE (M.E.) et SOULE (M.H.)
Effect of aluminum hydroxide, sedimentation, sand filtration, and chlorination on virus of poliomyelitis.
Amer. J. publ. Hlth. 1942, **32**, 1366-1370.
- 67 - LAURENT (R.)
Etude des effluents de fosses septiques comme facteur de pollution du milieu extérieur par les virus fécaux.
Thèse Med. Nancy. 1963.
- 68 - LE BOURDELLES (B.)
Surveillance et contrôle des eaux d'alimentation.
I - Aspects généraux actuels.
Rev. Hyg. Med. soc. 1958, **6**, 147-157.

- 69 - LECLERC (E.)
Eaux potables et eaux résiduaires. Technique de correction et d'épuration
Masson ed. Paris, 1945.
- 70 - LECLERC (H.)
Les bactériophages dans les eaux. Aspects théoriques.
Problèmes pratiques. Intérêt épidémiologique.
Bull. Ass. Dipl. Microb. Fac. Pharm. Nancy, 1959, **74**, 8-18.
- 71 - LECLERC (H.)
Les entérovirus dans les eaux polluées. Problèmes pratiques. Intérêt épidémiologique.
Bull. Ass. Dipl. Microb. Fac. Pharm. Nancy, 1959, **74**, 21-33.
- 72 - LENSEN (S.G.), RHIAN (M.) et STEBBINS (M.R.)
Inactivation of partially purified poliomyelitis virus in water by chlorination.
Amer. J. publ. Hlth. 1947, **37**, 869-874.
- 73 - LENSEN (S.G.), RHIAN (M.), STEBBINS (M.R.), BACKUS (R.C.) et PETERSON (C.E.)
Inactivation of partially purified poliomyelitis virus in water by chlorine ; experiments with natural waters.
Amer. J. publ. Hlth. 1949, **39**, 1120-1128.
- 74 - LEPINE (P.)
Le virus Coxsackie et ses rapports avec la maladie de Bornholm.
Sem. Hôp. Paris 1953, **29**, 3533-3538.
- 75 - LEPINE (P.)
La poliomyélite antérieure aiguë.
Enc. Med. Chir. Mal. Inf. 1958, **2**, 8058 (A60, 1-4).
- 76 - LEPINE (P.)
Les entérovirus, généralités.
Rev. Path. gén. 1962, **62**, 499-504.
- 77 - LEPINE (P.)
Technique de laboratoire en virologie humaine.
Masson ed. Paris. 1964.
- 78 - LEPINE (P.), DE LAVERGNE (E.), GILGENKRANTZ (S.), CARRE (M.C.) et MAURIN (J.)
Isolement de 65 souches de virus ECHO chez divers sujets.

Considérations biologiques.
Presse med. 1962, **70**, 1279-1281.

- 79 - LEPINE (P.), SEDALLIAN (P.) et SAUTTER (V.)
Sur la présence du virus poliomyélitique dans les matières fécales et sa
longue durée d'élimination chez un porteur sain.
Bull. Acad. Med. (Paris) 1939, **122**, 141-149.
- 80 - LUSTIG (E.S.)
Interférences entre les virus Cocksackie et de poliomyélite sur les cultures
de cellules Hela.
C. R. Soc. Biol. 1956, **150**, 2017-2018.
- 81 - Mac LEAN (D.M.), CROFT (C.C.), PRINCE (J.T.) et HECKMANN (E.E.)
Cocksackie and ECHO virus infections in Ohio during 1956.
Ohio St. med. J. 1957, **53**, 907-909.
- 82 - MACK (W.N.)
Isolation of enteric viruses and Salmonellae from sewage. I. comparison of
coliform and enterococci incidence to the isolation of viruses.
Sew. Ind. Wast. 1958, **30**, 957-962.
- 83 - MAXCY (K.F.) et HOWE (H.A.)
The significance of the finding of the virus of infantile paralysis in sewa-
ge.
Sewage works, 1943, **15**, 1111-1119.
- 84 - MELNICK (J.L.)
Poliomyelitis virus in urban sewage in epidemic and in nonepidemic times.
Amer. J. Hyg. 1947, **45**, 240-253.
- 85 - MELNICK (J.L.)
Poliomyelitis and poliomyelitis-like viruses of man and animals.
Ann. Rev. Microbiol. 1951, **5**, 309-332.
- 86 - MELNICK (J.L.)
Application of tissue culture methods to epidemiological studies of polio-
myelitis.
Amer. J. Publ. Hlth. 1954, **44**, 571-580.
- 87 - MELNICK (J.L.)
Tissue culture techniques and their application to original isolation, growth,
and assay of poliomyelitis and orphan viruses.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 1955, **61**, 754-773.

- 88 - MELNICK (J.L.)
Tissue culture methods for the cultivation of poliomyelitis and other viruses. In Diagnostic procedures for virus and rickettsial diseases.
Amer. publ. Hlth. Ass. ed. New-York, 1956.
- 89 - MELNICK (J.L.)
Enteroviruses.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 1962, **101**, 331-342.
- 90 - MELNICK (J.L.) et GODMANN (G.C.)
Pathogenesis of Cocksackie virus infection ; multiplication of virus and evolution of muscle lesion in mice.
J. exp. Med. 1951, **93**, 247-266.
- 91 - MELNICK (J.L.), KAPLAN (A.J.), ZABIN (E.), CONTRERAS (G.) et LARKUM (N.W.)
Epidemic of paralytic poliomyelitis characterized by dual infections with poliomyelitis and Cocksackie viruses.
J. exp. Med. 1951, **94**, 471-492.
- 92 - MELNICK (J.L.), WALTON (M.) et MYERS (I.L.)
Isolation of Cocksackie virus during summer outbreak of acute minor illness.
Publ. Hlth. Rep. 1953, **68**, 1178-1182.
- 93 - MONNET (P.), LE TELLIER (H.) et DREVON (A.)
La recherche du bactériophage dans les eaux par la technique du chloroforme.
Rev. Hyg. Med. soc. 1958, **6**, 221-224.
- 94 - MUNDEL (B.), GEAR (J.H.S.) et WILSON (D.)
Studies in poliomyelitis ; distribution of virus of poliomyelitis in sewage purification works in Johannesburg.
S. Afr. med. J. 1946, **20**, 336-338.
- 95 - NEIMANN (N.), DE LAVERGNE (E.), PIERSON (M.), GILGENKRANTZ (S.), WORMS (A.M.) et LORRAIN (J.)
Les infections à virus ECHO.
Pédiatrie, 1964, **19**, 85-102.
- 96 - O'CONNOR (J.R.) et MORRIS (J.A.)
Recovery of Texas-I type Cocksackie virus from blood of wild rabbit and from sewage contaminating rabbit's feeding ground.
Amer. J. Hyg. 1955, **61**, 314-320.

- 97 - ORMSBEE (R.A.) et BELL (E.J.)
ECHO viruses from Idaho and Montana.
Amer. J. publ. Hlth. 1957, **47**, 1405-1413.
- 98 - OZERE (R.L.), FAUKNER (R.) et VAN ROOYEN (C.E.)
Enteroviruses in sewage and epidemic poliomyelitis in eastern Canada.
Canad. med. Ass. J. 1961, **85**, 1419-1424.
- 99 - PAPPENHEIMER (A.M.), KUNZ (L.J.) et RICHARDSON (S.)
Passage of Cocksackie in adult mice with production of pancreatic disease.
J. exp. Med. 1951, **94**, 45-64.
- 100 - PARROTT (R.H.)
The clinical importance of group A Cocksackie viruses.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 1957, **67**, 230-240.
- 101 - PAUL (J.)
Cell and tissue culture.
Livingstone ed. Londres, 1961.
- 102 - PAUL (J.A.) et MELNICK (J.L.)
Diagnostic procedures for viral and Rickettsial diseases.
Amer. pub. Hlth. Ass. ed. New-York, 1954.
- 103 - PAUL (J.R.) et TRASK (J.D.)
Virus of poliomyelitis in stools and sewage.
J. Amer. med. Ass. 1941, **116**, 493-498.
- 104 - PAUL (J.R.) et TRASK (J.D.)
Occurence and recovery of virus of infantile paralysis from sewage.
Amer. J. publ. Hlth. 1942, **32**, 235-239.
- 105 - PLOTKIN (S.A.), CARP (R.I.) et GRAHAM (A.F.)
The polioviruses of man.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 1962, **101**, 357-389.
- 106 - POHJANPELTO (P.)
Cocksackie group of viruses, epidemiological studies.
Ann. Med. exp. Fenn. 1955, **33**, 1-75.
- 107 - RAMOS-ALVAREZ (M.) et SABIN (A.B.)
Characteristics of poliomyelitis and other enteric viruses recovered in tissue culture from healthy american children.
Proc. Soc. exp. Biol. 1954, **87**, 655-661.

- 108 - RAMOS-ALVAREZ (M.) et SABIN (A.B.)
Enteropathogenic viruses and bacteria. Role in summer diarrheal diseases of infants and early childhood.
J. Amer. med. Ass. 1958, **167**, 147-156.
- 109 - RHODES (A.J.) et coll.
Prolonged survival of human poliomyelitis virus in experimentally infected river water.
Canad. J. publ. Hlth. 1950, **41**, 146-149.
- 110 - RHODES (A.J.) et coll.
Studies on poliomyelitis in Ontario ; further observations on association of Cocksackie and poliomyelitis viruses.
Canad. J. publ. Hlth. 1950, **41**, 183-188.
- 111 - RHODES (A.J.), CLARK (E.M.), KNOWLES (D.S.), SHIMADA (F.), GOODFELLOW (A.M.), RITCHIE (R.C.) et DONOHUE (W.L.)
Poliomyelitis virus in urban sewage : examination for its presence over period of 12 months.
Canad. J. publ. Hlth. 1950, **41**, 248-254.
- 112 - RIDENOUR (G.M.) et INGOLS (R.S.)
Inactivation of poliomyelitis virus by free chlorine.
Amer. J. publ. Hlth. 1946, **36**, 639-644.
- 113 - RIVERS (T.M.) et HORSFALL (F.L.)
Viral and Rickettsial infections of man.
Lippincott ed. Philadelphie.
- 114 - ROBINSON (I.K.)
Effect of heat and of pH on strains of Cocksackie virus.
Proc. Soc. exp. Biol. 1950, **75**, 580-582.
- 115 - ROSEN (L.) et KERN (J.)
Hemagglutination and hemagglutination inhibition with Cocksackie B viruses.
Proc. Soc. exp. Biol. 1961, **107**, 626-628.
- 116 - RUBIN (H.), LEHAN (P.H.), DOTO (I.L.), CHIN (T.D.), HEEREN (R.H.), JOHNSON (O.), WENNER (H.A.) et FURCOLOW (M.L.)
Epidemic infection with Cocksackie virus groupe B , type 5. clinical and epidemiologic aspects.
New Engl. J. Med. 1958, **258**, 255-263.

- 117 - SABIN (A.B.)
Isolation of viruses of poliomyelitis.
Papers and discussions presented at fourth international poliomyelitis conference (1957).
Lippincott ed. Philadelphie, 1958.
- 118 - SHAVER (D.N.), BARRON (A.L.) et KARZON (D.T.)
Cytopathology of human enteric viruses in tissue culture.
Amer. J. Path. 1958, **34**, 943-963.
- 119 - SICKLES (G.M.), FEORINO (P.) et PLAGER (H.)
Isolation and type determination of Cocksackie virus, groupe B, in tissue culture.
Proc. Soc. exp. Biol. 1955, **88**, 22-24.
- 120 - SICKLES (G.M.), MUTTERER (M.), FEORINO (P.) et PLAGER (H.)
Recently classified types of Cocksackie virus, groupe A. Behavior in tissue culture.
Proc. Soc. exp. Biol. 1955, **90**, 529-531.
- 121 - SLATER (E.A.) et SYVERTON (J.T.)
Cultivation of Cocksackie virus.
Proc. Soc. exp. Biol. 1950, **74**, 509-510.
- 122 - THIEFFRY (S.), ARTHUIS (M.), MARTIN (CH.), CELERS (J.) et DROUHET (V.)
Apport des examens de laboratoires pour le diagnostic de la poliomyélite, études cliniques et biologiques parallèles dans 311 cas.
Sem. Hôp. Paris, 1959, **35**, 1343-1349.
- 123 - TOOMEY (J.A.), TAKACS (W.S.) et WEAVER (H.M.)
Isolation of poliomyelitis virus from water by direct transmission to cotton rat.
Amer. J. Dis. Child. 1945, **70**, 293-297.
- 124 - TRASK (J.D.) et PAUL (J.R.)
Periodic examination of sewage for virus of poliomyelitis.
J. exp. Med. 1942, **75**, 1-6.
- 125 - VANDEPPUTTE (M.)
Endemicité des virus entériques à Léopoldville.
Bull. Org. mond. Santé 1960, **22**, 313-318.

- 126 - Van ROOYEN (C.E.) et OZERE (R.L.)
The present status of oral vaccination against poliomyelitis and future problems.
Canad. Med. Ass. J. 1960, **82**, 759-766.
- 127 - VALERIU (A.)
Recherche sur l'origine et le mécanisme du maintien du bactériophage dans le milieu extérieur.
Rev. Hyg. Med. soc. 1958, **6**, 419-440.
- 128 - WARE (G.C.) et MELLON (M.A.)
Some observations on coli coliphage relationship in sewage.
J. Hyg. 1956, **54**, 99-101.
- 129 - WENNER (H.A.)
The ECHO viruses.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 1962, **101**, 398-412.

DEUXIEME THESE

Propositions données par la Faculté

ELEVAGE ET UTILISATION DES ANIMAUX ASEPTIQUES

Vu

Nancy, le 24 mai 1965

Le Président de Thèse

J. G. MARCHAL

VU et APPROUVE

Nancy, le 25 mai 1965

Le Doyen de la Faculté

A. BERNANOSE

VU et PERMIS D'IMPRIMER

Nancy, le 31 mai 1965

Le Recteur de l'Académie

Président du Conseil de l'Université

P. IMBS

Cet exemplaire est imprimé
à des fins particulières et ne
peut en aucun cas être vendu.

Achevé d'imprimer le 23 décembre 1966
à l'atelier de Documentation Universitaire
3, Rue Sellier, 3 NANCY

Dépot légal n° 230 Faculté de Pharmacie Editeur
4ème trimestre 1966

